tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

UNIVERSITÉ PARIS 7 – DENIS DIDEROT
UFR de MATHÉMATIQUES

Thèse

Pour l'obtention du Diplôme de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ PARIS 7

Spécialité
DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES

Présentée et soutenue publiquement le 26 octobre 2006 par
Nuray ÇALIŞKAN-DEDEOĞLU

Usages de la géométrie dynamique par des enseignants de collège

Des potentialités à la mise en œuvre :

quelles motivations, quelles pratiques ?

Directeur de thèse
Monsieur Jean-Baptiste LAGRANGE

Membres du jury

Mme. Michèle ARTIGUE	Professeur, Université Paris 7	Présidente du jury
M. Eric BRUILLARD	Professeur, IUFM de Créteil	Rapporteur
Mme. Colette LABORDE	Professeur, IUFM de Grenoble	Rapporteur
M. Jean-Baptiste LAGRANGE	Professeur, IUFM de Reims	Directeur de thèse
M. Kenneth RUTHVEN	Professeur, University of Cambridge	Examinateur

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

A toutes mes coccinelles...

Illustration : REYHAN

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Remerciements

Pendant le long parcours de ce travail de thèse, j'ai connu pas mal de pages blanches, difficiles à remplir… Je n'imaginais pas que la page la plus difficile à écrire serait celle-ci. J'aimerais pouvoir trouver les mots pour remercier toutes les personnes qui ont, d'une façon ou d'une autre, contribué à ce travail.

J'exprime tout d'abord ma reconnaissance à Monsieur Jean-Baptiste Lagrange d'avoir accepté de diriger cette thèse. Il m'a donné des idées précieuses et proposé des pistes de recherches pertinentes me permettant d'avancer dans mes études. Cette thèse n'aurait certainement pas vu le jour si mon directeur n'avait transformé les derniers mois en une véritable "course contre la montre".

J'ai initié la recherche en didactique des mathématiques sous la responsabilité de Madame Colette Laborde lors de mes études en DEA. Je lui adresse mes profonds remerciements, ainsi qu'à Monsieur Eric Bruillard pour avoir accepté de rapporter ma thèse. Leurs critiques et remarques constructives m'ont permis de porter un autre regard sur mon travail. Je remercie vivement Madame Michèle Artigue et Monsieur Kenneth Ruthven qui m'ont fait l'honneur d'être dans mon jury.

Je tiens à remercier également…

Le Ministère de l'Education Turc de son soutien financier.

Les enseignants qui m'ont ouvert la porte de leur salle de classe en toute confiance, c'est grâce à eux que j'ai pu mener à terme mes recherches.

Madame Maha A.-Blanchard qui m'a offert des occasions d'exposer mon travail de thèse. Dans un climat amical, elle m'a poussé à éclaircir mes idées. Son écoute et ses remarques m'ont été précieuses.

Les membres de l'équipe DIDIREM pour leur accueil et soutien matériel exceptionnels, les amis de l'équipe « jeunes chercheurs » et tous les visages souriants que j'ai rencontrés dans les locaux de DIDIREM et IREM. Je pense en particulier à Michèle et René qui m'ont accordé un bureau pendant mes années de doctorat ; à Christophe qui était souvent disponible pour répondre à mes "petites" questions ; à Annie, Martine, Nadine et Nicole qui m'ont accueilli dans une atmosphère familiale. Je suis reconnaissante à Annie de sa grande disponibilité à m'écouter, à me conseiller, à m'accompagner dans les moments les plus rudes de mes recherches et de ma vie parisienne.

Madame Michèle Wasse, pour toute son aide administrative, souvent dans les délais les plus critiques, en gardant toujours son beau sourire…

Toutes les personnes qui me sont chères, restées au pays -famille et amis (Elif, Nese, Süreyya, Zümre…)- pour leur patience, encouragement et soutien moral.

Les amis doctorants : Laurent et Fernand avec qui j'ai pu partager mes idées de recherche, discuter les questions qui m'ont traversé l'esprit, ainsi que les amis que j'avais le plaisir de retrouver dans ma salle de travail. Ces moments de discussion qui nous ont permis de nous changer les idées et qui ont servi de carburant pour mieux continuer la journée. Un merci particulier à Vathana pour sa disponibilité exceptionnelle lorsque je criais au secours pour l'anglais, à Thomas pour le français, à Tu pour l'informatique, à Katia pour la couleur qu'elle a amenée à notre salle, à tous pour leur bonne humeur…

Les personnes d'une gentillesse exceptionnelle que j'ai eu la chance de rencontrer les dernières années : Myriam, Linda et Emmanuel pour les cafés et discussions matinaux, leur amitié, soutien moral et encouragement qui m'ont aidé à positiver. Les parents des petites Isabel et Lila, pour leur gentillesse et disponibilité quand le temps me prenait de court.

Les amis avec qui j'ai parcouru le même chemin en France, avec qui j'ai pu discuter en toute amitié, sans hésitation : Asuman, Aysegül, Selahattin, Zeki... Leur soutien moral m'a été d'une aide exceptionnelle. Un merci particulier pour les mails que nous avons pu échanger avec Aysegül, qui m'ont souvent fait un plus grand bien.

Toutes les personnes pour qui j'ai beaucoup de sympathie (Annette, Denise, Flore, Stéphanie…), pour leurs attentions à mon égard et encouragements.

Et enfin, ma petite famille dans laquelle j'ai puisé tout l'amour qui m'a été indispensable : Zülfikar pour sa confiance, douceur, patience et soutien durant de longues années d'étude. Grâce à sa présence j'ai pu mener une vie de famille loin de mon pays. Reyhan, ma petite coccinelle, qui m'a offert de nombreuses occasions de me divertir, dont le sourire m'a fait oublier tous mes petits bobos. Mes toutes petites coccinelles dont l'arrivée dans ma vie, m'a donné un coup de pouce final pour enfin atteindre la fin de thèse.

Paris, tu vas me manquer…

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Sommaire

Introduction générale……..15

C h a p i t r e I . L'enseignant et les TICE : des complexités des pratiques aux potentialités des TICE……..17

Introduction 17

1. Quelles complexités, quelles contraintes pour l'enseignant ? 19

1.1. Effets de la transposition informatique : nécessite de genèses instrumentales et d'organisations praxéologiques nouvelles 19

1.2. Formation des enseignants aux TICE : clé ou obstacle à l'intégration ? 21

1.2.1. Les obstacles liés à la formation (A.-Blanchard, 1994) 21

1.2.2. La formation comme clé de l'intégration (Assude & Grugeon, 2003) 22

2. Problématisation et présentation de la démarche de recherche 23

2.1. La tâche de l'enseignant : une vue "synthétique" 24

2.1.1. Contextes d'usage différents 24

2.1.2. Contraintes institutionnelles, temporelles, matérielles 24

2.2. Notre objet d'étude : les pratiques d'enseignants ordinaires dans l'environnement géométrie dynamique 25

2.2.1. Etudes sur l'utilisation de la technologie par des enseignants en classe (Monaghan, 2001 ; Kendal & Stacey, 2002) 27

2.2.2. Un modèle d'une utilisation réussie des TICE (Ruthven & Hennessy, 2002) 29

2.2.3. Choix du domaine mathématique : la Géométrie Dynamique au collège 32

2.2.4. Une étude préliminaire des pratiques des enseignants : « La place des TICE dans les mémoires professionnels d'IUFM » 33

2.2.5. Vers l'étude d'un processus de réflexion sur la GD 35

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Première Partie : La Géométrie Dynamique au Collège : quelles potentialités pour les pratiques enseignantes ?

C h a p i t r e I I . Les potentialités de la GD dans la recherche……39

Introduction 39

1. Distinction dessin/figure 40

2. Processus de preuve 41

3. Champs d'expérimentation et d'exploration 44

4. Tâches riches, géométrie nouvelle 46

Conclusion : les potentialités et leur actualisation 48

C h a p i t r e I I I . Analyse des instructions officielles……51

Introduction 51

1. La GD dans les programmes 52

1.1. En classe de 6e 53

1.2. En classes de 5e et de 4e 53

1.3. En classe de 3e 54

2. La GD dans les documents d'accompagnement 54

2.1. En classe de 6e 55

2.2. En classes de 5e et de 4e 55

2.3. En classe de 3e et dans tout le collège 55

3. Synthèse 58

Conclusion 60

C h a p i t r e I V . Analyse des manuels scolaires……..61

Introduction 61

1. Choix des manuels 62

2. Constitution des données et méthode d'analyse 62

2.1. Structuration du contenu d'un manuel : chapitres, rubriques 62

2.2. Indicateurs de propositions d'usages de la GD et leur quantification 64

2.3. Conception des grilles d'analyses 64

3. Repérage quantitatif 65

3.1. Vue générale sur les données recueillies 65

3.2. Ecart entre manuels, évolution selon périodes d'édition 66
3.3. Proposition "symbolique" d'usages de la GD 67
3.4. Ecart entre les manuels et les programmes 70

4. Types d'usages de la GD 72
4.1. GD au service de l'enseignement 72
4.2. GD proposée alternativement à l'environnement papier-crayon 76
4.3. GD comme environnement d'étude de l'élève 77

5. Discours sur les potentialités de la GD 79
5.1. Dans les manuels 79
5.2. Dans les livres du professeur 80

6. Synthèse 82

Conclusion 85

Deuxième Partie : Présentation du contexte d'observation

C h a p i t r e V . Contexte d'expérimentation et choix méthodologiques……..89

Introduction 89

1. Contexte d'expérimentation 90
1.1. Niveau social 90
1.2. Equipement informatique 90
1.3. Niveau d'enseignement 91
1.4. Manuels scolaires utilisés 91

2. Séances observées 91
2.1. Méthodologie d'observation suivie 92
2.2. Vue générale sur les séances observées : obtention d'un "patchwork" 92
2.3. Critères de sélection de séances pour analyse 94
2.4. Séances analysées : deux types d'usages de la GD 96
2.5. Méthode d'analyse des séances 96
2.5.1. Recueil de données 96
2.5.2. Conventions de transcription des protocoles : identification des locuteurs, éléments para-verbaux, intonation 97
2.5.3. Structure de l'analyse d'une séance 97
2.5.4. Conclusion par enseignant sur les potentialités et usages observés 100

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

C h a p i t r e V I . Les logiciels de GD utilisés par les enseignants en classe : une entrée par les contraintes……...101

Introduction 101

1. Interfaces Cabri et Geoplan : question de vocabulaire 102

1.1. Les 'Primitives' 103

1.2. Les 'Menus' 103

2. Processus de création d'un objet 104

2.1. Primitive en tant que "représentation d'un objet" en référence à l'environnement papier-crayon : nécessité d'une transposition des consignes ? 105

2.2. 'Activer/désactiver' une primitive : déroulement des menus 107

2.3. Entrée des données : quelques exemples 108

2.3.1. Cabri : création d'une manière "intuitive" 108

2.3.2. Geoplan : 'saisie de données', passage obligé pour la création 109

2.3.3. Nécessité d'une 'création préalable' 112

2.3.4. Points de "différente" nature 113

2.3.5. Création des mesures : question de décimalisation 114

3. Manipulation d'un objet à l'interface 117

3.1. Position géométrique d'un objet : zone / feuille de travail 117

3.2. 'Effacer' un objet : 'supprimer' ou 'cacher' 118

3.3. 'Déplacer' un objet 119

4. Synthèse 120

Conclusion 125

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Troisième partie : GD comme environnement d'étude de l'élève

Introduction **129**

1. Présentation des séances de Anne **129**

2. Présentation de la séance de Brune **129**

C h a p i t r e V I I . L'observation de Anne ***131***

1. Anne « l'ambitieuse » **131**

2. La séance Anne-5-I : « cercle circonscrit à un triangle » **133**

2.1. Présentation de la séance et analyse a priori 133

2.1.1. Spécificités de la classe 133

2.1.2. L'objectif "déclaré" de la séance 133

2.1.3. Organisation pédagogique et matérielle 133

2.1.4. Analyse a priori des tâches proposées aux élèves 135

2.1.5. Regard a priori de l'enseignante 145

2.1.6. Synthèse de l'analyse a priori 147

2.2. Observation de la séance effective 149

2.2.1. Installation et consignes 149

2.2.2. Travail des élèves et interventions de l'enseignante 150

2.2.3. Synthèse de l'observation 164

2.3. Regard a posteriori de l'enseignante 171

Conclusion 172

3. La séance Anne-4-II : « droites remarquables d'un triangle » **175**

3.1. Présentation de la séance et analyse a priori 175

3.1.1. Spécificités de la classe 175

3.1.2. Organisation pédagogique et matérielle 175

3.1.3. Analyse a priori des tâches proposées aux élèves 176

3.1.4. Synthèse de l'analyse a priori 189

3.2. Observation de la séance effective 191

3.2.1. Installation et consignes 191

3.2.2. Travail des élèves et interventions de l'enseignante 191

3.2.3. Synthèse de l'observation 210

3.3. Regard a posteriori de l'enseignante 217

Conclusion 218

Conclusion : potentialités et réalité des usages chez Anne **221**

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

C h a p i t r e V I I I . L'observation de Brune……225

1. Brune la « vigilante » 225

2. La séance Brune-6-I : « droites perpendiculaires » 229

2.1. Présentation de la séance et analyse a priori 229

2.1.1. Spécificités de la classe 229

2.1.2. Objectifs de l'enseignante 229

2.1.3. Organisation pédagogique et matérielle 230

2.1.4. Analyse a priori des tâches proposées aux élèves 231

2.1.5. Regard a priori de l'enseignante 241

2.1.6. Synthèse de l'analyse a priori 242

2.2. Observation de la séance effective 243

2.2.1. Consignes générales et installation 243

2.2.2. Intervention collective pour la réalisation des tâches 244

2.2.3. Travail des élèves et interventions de l'enseignante 245

2.3. Confrontation du point de vue de l'enseignante a priori et a posteriori 245

Conclusion 247

Conclusion : potentialités et réalité des usages chez Brune 249

Quatrième Partie : GD au service de l'enseignement

Introduction 253

C h a p i t r e I X . L'observation de Bruno……..255

1. Bruno le « fan du vidéo-projecteur » 255

2. La séance Bruno-5-I : « inégalité triangulaire » 257

2.1. Présentation de la séance 257

2.1.1. Spécificités de la classe 257

2.1.2. L'objectif "déclaré" de l'enseignant 257

2.1.3. Organisation matérielle 257

2.2. Observation de la séance effective 257

2.2.1. Installation et consignes 258

2.2.2. Travail des élèves et interventions de l'enseignant 259

2.2.3. Synthèse de l'observation 266

2.3. Regard a posteriori de l'enseignant 269

Conclusion 270

Conclusion : potentialités et réalité des usages chez Bruno 273

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

C h a p i t r e X . Interprétation des observations à l'aide du modèle de Ruthven & Hennessy……275

Introduction 275

1. Les thèmes vus par Anne et leur fonctionnement 277

1.1. Les choix de Anne 277

1.2. L'activité de Anne au cours de la séance en 5e 278

2. Les thèmes vus par Brune et leur fonctionnement 280

2.1. Les choix de Brune 281

2.2. L'activité de Brune au cours de la séance 283

3. Les thèmes vus par Bruno et leur fonctionnement 284

3.1. Les choix de Bruno 284

3.2. L'activité de Bruno au cours de la séance 286

Conclusion 287

Conclusion générale……...289

Bibliographie……..297

Annexes……..305

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Introduction générale

Notre thèse porte sur l'utilisation de la technologie par des enseignants dans leur enseignement. Elle part du constat de prise en compte récente de la dimension enseignant dans les recherches concernant l'utilisation de la technologie dans l'enseignement des mathématiques. En effet, selon les résultats d'une « méta-analyse »[1] des recherches relatives à l'utilisation de la technologie dans l'enseignement des mathématiques, effectuées entre les années 1994-1998, il existait à cette époque peu de recherches sur les pratiques enseignantes (Lagrange & Grugeon, 2003 ; Lagrange et al, 2003).

Ces dernières années, la tendance des recherches sur la technologie, est à une prise en compte croissante de la dimension 'enseignant'. Les complexités de l'intégration des TICE dans l'enseignement mises en évidence dans de nombreuses études ont amené les chercheurs à s'intéresser à l'enseignant. Dans ce contexte, nous distinguons deux orientations de recherche : la formation des enseignants aux usages des TICE et l'analyse des pratiques des enseignants en environnement informatique. Notre travail se situe dans la deuxième orientation et vise à fournir une vue d'utilisations "réelles" des TICE dans les classes du coté enseignant, grâce à une méthodologie basée sur l'observation de séances 'ordinaires'.

La thèse se constitue de dix chapitres et de trois parties :

Dans le premier chapitre en faisant une entrée par des études en didactique des mathématiques liées à l'enseignant et les TICE, nous présentons notre problématique et la démarche de la recherche adoptée. Nous essayons de mettre en évidence les complexités et les contraintes de l'intégration des TICE dans l'enseignement à la lumière de la recherche en didactique des mathématiques. Nous mettons par la suite l'accent sur le travail lourd de l'enseignant 'ordinaire' face à ces derniers. Nous formulons l'hypothèse que ce travail est motivé par des potentialités de la technologies présentes dans ses représentations, et nous nous orientons vers l'étude des rapports entre ces potentialités et celles qui sont exprimées dans la recherche et les

[1] Etude menée par M. Artigue en contrat avec le CNCRE (Comité National de Coordination de la Recherche en Enseignement). Le terme « méta-analyse » renvoie ici à la masse et à la nature des données analysées : 662 publications françaises et internationales.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

instructions officielles, ainsi que vers l'étude de l'actualisation de ces potentialités dans l'activité en classe.

Nous plaçons ainsi les 'potentialités' des TICE au centre de notre réflexion. Nous faisons le choix de nous intéresser plus précisément aux usages de la 'géométrie dynamique' (GD) au collège. En effet, les potentialités de la GD font l'objet de nombreux travaux et écrits, et les instructions officielles en France insistent sur les apports possibles de la GD à l'enseignement.

Nous étudions, dans la première partie de notre thèse, ces potentialités à travers un processus de réflexion sur la GD faisant intervenir trois niveaux : recherche (chap. II), instructions officielles (chap. III) et manuels scolaires (chap. IV).

La deuxième partie de notre thèse est relative au contexte d'observation et tout d'abord au contexte d'expérimentation, aux choix méthodologiques pour l'observation et l'analyse des séances dans différentes classes de collège de la 6^{e}, à la 4^{e} (chap. V), et ensuite, une analyse des logiciels utilisés dans les séances observées (chap. VI).

Dans les troisième (chap. VII, VIII) et quatrième parties (chap. IX) nous présentons l'analyse des séances illustrant deux types d'usages rencontrés chez trois enseignants. Enfin, avant de conclure notre thèse, dans le chapitre X nous interprétons les observations à l'aide d'un modèle proposé par Ruthven et Hennessy (2002).

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Chapitre I

L'enseignant et les TICE : des complexités des pratiques aux potentialités des TICE

Introduction

Les textes officiels du Ministère de l'Education Nationale encouragent et recommandent l'utilisation des TICE[2] dans l'enseignement. Par ailleurs, de nombreux supports relatifs à son usage sont à la disposition de l'enseignant. Le partage et la diffusion des exemples d'utilisations des TICE dans l'enseignement des mathématiques se font non seulement au travers des organisations scientifiques comme par exemple des colloques, des congrès (Cabri World, ITEM, CERME, ICME…), mais aussi, grâce à de nombreux sites Internet, forums de discussion sur l'enseignement des mathématiques, accessibles par un plus grand nombre de public.

Alors qu'il existe un mouvement qui encourage l'utilisation des TICE, la réalité dans les classes est plutôt marquée par une réticence des enseignants face à son usage dans leur enseignement.

Parmi d'autres observations, Monaghan (1998, p.160) observe que « de nombreux enseignants ne veulent pas changer leur méthode d'enseignement et ont "peur" des nouvelles technologies ». L'auteur mentionne l'expérience suivante : deux enseignants participent pendant quelques mois à des formations sur l'utilisation de la TI 92 et s'investissent plus tard à l'achat de ces calculatrices pour travailler dans leurs classes. L'année suivant cet investissement important, Monaghan (ibidem) constate qu'ils n'utilisent pas encore ces calculatrices. Sollicité par ces

[2] Précision sur la terminologie privilégiée : dans la littérature de didactique des mathématiques différents termes désignent la technologie : outil informatique, instrument technologique, technologie, TICE (**T**echnologies de l'**I**nformation et de la **C**ommunication pour l'**E**nseignement)… Nous privilégierons dans notre travail les termes ***technologie*** et ***TIC(E)***. En effet, ce sont ceux, qui nous semblent être le plus couramment utilisés dans des recherches actuelles françaises et anglo-saxonnes (*technology, ITC)*. Pour des cas particuliers, nous fournirons des précisions sur la technologie utilisée (par exemple, logiciel de géométrie dynamique, Cabri-géomètre, calculatrices).

enseignants, l'auteur participe à plusieurs séances dans leurs classes pour travailler avec les calculatrices. L'année suivante, les enseignants ne les utilisent toujours pas et donnent comme explication « Je veux attendre de bien connaître cette calculatrice », « Les programmes pour les examens sont si chargés que je n'ai pas le temps de travailler avec la TI 92 ».

Plutôt que de renvoyer à une explication générale relative à un supposé « conservatisme » des enseignants, des chercheurs ont cherché quelles caractéristiques du métier d'enseignant pouvait rendre compte de cet attentisme. Ces caractéristiques sont relatives à la complexité du système dans lequel l'enseignant agit. Ce système prend en compte notamment les interactions entre enseignant, élève et savoir. Un état d'équilibre est difficile à trouver en raison de contraintes liées par exemple au temps, au savoir mathématique et aux connaissances des élèves. Quand un nouvel élément, tel que la technologie, est introduit dans ce système celui-ci est "perturbé" et l'enseignant doit faire des choix pour qu'un nouvel équilibre soit atteint :

> « The teaching system is complex, made up of several elements mutually interacting around three poles: the teacher, the students and knowledge. It is subject to several constraints (time, societal choices regarding curriculum, the inner structure of the mathematical domain of knowledge, the conceptions and ideas of students), and it evolves from one equilibrium state to another by choices made within this system of constraints. When a new element such as technology is introduced, the system is perturbed and has to make choices to ensure a new equilibrium is attained, choices that may be related to the various interrelated elements of the teaching system mentioned above. » (Laborde, 2001, p. 285)

Indépendamment d'un usage de la technologie, Robert (2001) attire elle aussi l'attention sur la complexité du métier d'enseignant, en pointant les contraintes de son exercice. Ces contraintes peuvent être « aussi bien externes à l'enseignant (programmes, horaires, composition des classes, habitus liés à l'institution) que plus internes (conception personnelles, compétences et expérience, habitudes, recherche de confort, de satisfaction, nécessité d'une insertion sociale supposant une certaine légitimité, etc.) » (p. 61). Selon l'auteur, cela expliquerait la résistance et difficulté d'un enseignant (après quelques années d'enseignement) à modifier ses pratiques.

Dans ce chapitre, nous allons dans un premier temps, traiter le point sur les complexités et contraintes de l'intégration des TICE dans l'enseignement. Nous commencerons par les effets de la *transposition informatique* dans l'enseignement des mathématiques avec la technologie (§ 1.1) et suivrons par des études relatives à la formation des enseignants aux TICE (§ 1.2). Dans un second temps, les travaux nous guideront pour préciser notre problématique de recherche et nous expliciterons la démarche que nous avons entreprise autour de notre objet d'étude.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

1. Quelles complexités, quelles contraintes pour l'enseignant ?

1.1. Effets de la transposition informatique : nécessite de genèses instrumentales et d'organisations praxéologiques nouvelles

Selon le concept de *transposition informatique* (Balacheff, 1994) les objets du savoir implémentés dans un système informatique se voient transformés. Cette transformation est générée par des choix des concepteurs du système informatique et agit sur la représentation d'un objet. Elle conduit ainsi à la nécessité de nouvelles adaptations et connaissances dans un environnement d'enseignement et d'apprentissage. Rabardel (1999, p. 209) appelle *genèse instrumentale* ce processus qui donne lieu à une transformation de l'artefact -qui est un dispositif matériel ou symbolique- en un instrument. Rabardel (ibid.) définit l'instrument comme une entité mixte, formé de deux composantes :

> « En réalité, l'instrument est une entité mixte qui comprend d'une part, l'artefact matériel ou symbolique et d'autre part, les schèmes d'utilisation, les représentations qui font partie des compétences de l'utilisateur et sont nécessaires à l'utilisation de l'artefact. »

Rabardel (ibid., p. 210) précise qu'un instrument résulte d'une élaboration progressive au cours du processus de genèse instrumentale. Cette élaboration se réalise en deux dimensions fondamentales telles que l'*instrumentalisation* et l'*instrumentation* : « l'instrumentalisation concerne l'émergence et l'évolution des composantes artefact de l'instrument » pendant laquelle l'élève attribue des fonctions à l'artefact. « L'instrumentation est relative à l'émergence et à l'évolution des schèmes d'utilisation ». L'élève s'adapte aux contraintes de l'artefact et s'approprie ses fonctions.

Les genèses instrumentales sont essentielles pour mener un travail efficace en environnement informatique. Rabardel (ibid., p. 212) porte la réflexion sur l'activité de l'enseignant et la durée nécessaire pour ces genèses :

> « L'introduction de nouveaux artefacts conduit au développement de nouveaux instruments et à la recomposition des systèmes d'instruments qui rétroagissent nécessairement sur le projet didactique des enseignants comme des apprenants. Cette dialectique entre les objectifs et les moyens s'inscrit dans la durée : le temps des apprentissages et de la construction des savoirs ; le temps des genèses des instruments et des systèmes d'instruments. »

L'enseignant, par les compétences qu'il doit acquérir et l'organisation pédagogique et matérielle qu'il doit adopter se trouve en position d'"acteur principal" d'une intégration réussie de la technologie dans l'enseignement. Une idée commune aux recherches s'intéressant à cette intégration est que cela s'inscrit dans une longue durée.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Laborde (1997, p. 103) évoque par exemple la difficulté pour l'enseignant dans la gestion de la classe. Deux types de connaissances sont mis en jeu lors d'une séance informatique, celles liées à l'instrument et celles liées aux connaissances mathématiques à apprendre. Il faut alors prévoir une partie du temps pour l'apprentissage de l'instrument et pour l'institutionnalisation d'éléments de cet usage, ce qui renforce les contraintes liées au temps.

Selon Assude et Gélis (2001) l'institutionnalisation des connaissances instrumentales nécessite d'établir des nouvelles règles de contrat didactique avec les élèves. L'ordinateur fait partie de la vie quotidienne, il est un outil de satisfaction, de jeu pour beaucoup d'élèves. Son usage en classe nécessite un changement radical des rapports de l'élève à l'ordinateur. Car les contraintes de l'environnement informatique ne sont nullement semblables à celles des jeux informatiques, elles tentent en effet de participer à l'étude des savoirs mathématiques :

> « 'Passer à l'épreuve de la classe' c'est aussi mettre en place un certain nombre de règles de fonctionnement du savoir – faire rentrer les élèves dans un certain contrat didactique. Par exemple, l'une de ses règles est que les activités Cabri ne sont pas des activités de jeux mais visent des savoirs car il peut avoir un certain nombre d'élèves pour qui les 'activités avec l'ordinateur' sont associées aux jeux. Le partage de responsabilités dans les activités Cabri est loin d'être évident pour le professeur. » (Assude & Gélis, 2001, p. 266)

Assude et de Gélis (ibid.) apportent des éléments sur les conditions d'intégration de TICE dans l'enseignement. Leur cas d'étude porte sur un logiciel de géométrie dynamique (Cabri-géomètre) et son utilisation dans des classes ordinaires de l'école primaire. La *juste distance entre l'ancien et nouveau* (tâche) est vue comme l'une des conditions premières d'intégration de Cabri-géomètre. Il s'agit en effet d'harmoniser dans la conception des activités, des tâches et des techniques que se soient anciennes ou nouvelles. Ainsi, comme précisés par les auteurs, ils rejoignent l'idée de Lagrange (2000, p. 27) qui propose de prendre en compte des techniques habituelles et nouvelles pour mieux mesurer l'intérêt de l'intégration à l'enseignement d'instruments technologiques.

Dans la même lignée, Chevallard (1998) voit l'utilisation de la technologie comme un changement de dispositif dans une institution donnée. Cela nécessite donc l'utilisation de techniques adéquates à ce dispositif pour résoudre les tâches et implique alors pour l'enseignant une adaptation importante de ses *organisations praxéologiques*, ce qui peut être considéré comme un travail lourd dans l'activité de l'enseignant.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

1.2. Formation des enseignants aux TICE : clé ou obstacle à l'intégration ?

Compte tenu de l'importance du travail que doit accomplir un enseignant utilisant la technologie dans son enseignement, certains chercheurs ont mis l'accent sur la formation aux TICE afin de réaliser une intégration réussie dans l'enseignement. Dans l'ouvrage *« L'ordinateur pour enseigner les Mathématiques »*, après avoir présenté un large éventail des possibilités, mais aussi des difficultés créés par l'informatique pour l'enseignement des mathématiques, Cornu (1992, p.63) attire l'attention sur la nécessaire formation des enseignants :

> « Il est nécessaire de former à l'informatique et à son utilisation pour l'enseignement la totalité des professeurs ; or, beaucoup de ceux qui enseigneront dans les quinze prochaines années sont déjà en fonction. La formation continue doit donc jouer un rôle majeur. Cette formation continue peut prendre diverses formes : stages, travail en équipe, travail individuel ; mais quelle qu'en soit la forme, elle est une nécessité pour que le système éducatif évolue. »

Artigue (1998) dans son article *« Teacher training as a key issue for the integration of computer technologies »* pointe les obstacles à l'intégration des TICE dans l'enseignement des mathématiques tels que « the limited educational legitimacy of computer technologies, the underestimation of computer transpositive processes, the opposition between the technical and conceptual dimensions of mathematical activity, the relationship to instrumentation » (p. 121). En portant la réflexion sur la formation des enseignants aux TICE, l'auteur défend l'idée que ces obstacles n'y sont pas suffisamment pris en compte et en cela l'inadaptation des dispositifs de formation constitue une cause de la non réussite de l'intégration des TICE dans l'enseignement en France.

Deux travaux qui portent directement sur la formation des enseignants aux TICE sont présentés dans la suite. Le premier interroge les dispositifs formation pour expliquer le constat d'échec de l'intégration des TICE dans l'enseignement des mathématiques. Le second, se centre sur la conception du contenu des formations pour une intégration réussie des TICE dans les classes.

1.2.1. Les obstacles liés à la formation (A.-Blanchard, 1994)

A.-Blanchard (1994) s'interroge dans sa thèse sur l'insuccès du plan Informatique Pour Tous (IPT), lancé en 1985 et qui visait la diffusion des TICE dans l'enseignement : quels sont les obstacles qui s'opposent à l'intégration de des TICE dans l'enseignement des mathématiques et comment les disqualifier ? Deux pistes de recherche sont privilégiées. L'analyse de la

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

qualité des logiciels pour l'enseignement des mathématiques est suivie par une étude sur la formation des enseignants aux Utilisations Pédagogiques de l'Ordinateur (UPO). Pour identifier des mécanismes que les enseignants mettent en oeuvre dans le cheminement de choix et d'intégration des logiciels, l'auteur a construit un outil méthodologique et expérimental sous forme d'une grille d'analyse, lui permettant d'élaborer une typologie des formations. L'analyse de la typologie des dyades *(formateurs ; contenus/pratiques des formations)* a mis en évidence la personnalisation des contenus de formation aux UPO.

Selon l'auteur, pour beaucoup d'enseignants et de formateurs les situations utilisées dans l'environnement informatique et proposée en formation restent presque identiques à celles de l'environnement papier-crayon alors que, pour elle, il y a nécessité de modifier certaines pratiques. La nature de la formation ou la non formation des enseignants aux TICE constitue une cause de non intégration de ces outils dans l'enseignement. La formation des formateurs est considérée comme un élément crucial pour la réussite de l'intégration. L'auteur met l'accent sur deux moyens pour améliorer les qualités des formateurs : *dépersonnalisation* et *distanciation.*

1.2.2. La formation comme clé de l'intégration (Assude & Grugeon, 2003)

Dans la même perspective, Assude et Grugeon (2003) se centrent sur la conception des stratégies et ingénieries de formation pour une intégration réussie et pour l'évolution des pratiques des enseignants utilisant les TICE. Afin développer ces ingénieries de formation, les auteurs mènent d'abord un travail de recherche sur l'intégration de logiciels de géométrie dynamique dans des classes ordinaires. Ce travail consiste à étudier le problème d'intégration des TICE à deux niveaux. Le premier est celui de la *genèse instrumentale* et du *contrat didactique* ; l'autre est celui de la *dialectique ancien/nouveau* et du *travail praxéologique*. Les résultats de cette étude ont servi d'éléments pour le développement d'ingénieries de formation.

Dans un premier temps, un public précis a été visé, puis quelques variables ont été retenues (pour bâtir les formations) telles que description et analyse des activités des élèves à partir d'éléments de la genèse instrumentale et du contrat didactique, description de l'activité des élèves visée par le type de tâches et le type de techniques, la dialectique ancien/nouveau, l'articulation papier-crayon/logiciel, le temps. Quatre stratégies de formation ont été mises en place (*stratégie d'homologie, de développement, de l'ostension ou monstrative, de*

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

l'accompagnement) dont les choix dépendent du public concerné et des objectifs des formations visées.

Dans un deuxième temps, les auteurs ont étudié l'influence de ces stratégies de formation sur l'évolution des conditions d'intégration des TICE à l'enseignement de la géométrie. Les témoignages des enseignants sur les difficultés de gestion du temps rencontrées pendant les séances informatiques débouchent sur une problématisation temporelle. Les raisons d'étudier le problème du temps sont d'une part, le savoir à enseigner -« comment découper le savoir dans une durée lorsqu'on utilise les TICE ? »- et d'autre part, le problème du temps d'initiation et de manipulation du logiciel -« comment gagner du temps d'initiation mais faire en sorte que les élèves aient une maîtrise suffisante du logiciel pour que celui-ci devienne économique ? ». Les auteurs montrent à travers des exemples, comment le travail dans la classe est structuré par la présence de différents cadres tels que le *temps didactique*, le *capital-temps,* le *temps-situation*, le *temps des acteurs* et comment ces derniers permettent de repenser le problème de la gestion du temps.

Les résultats de cette recherche apportent des éléments précieux pour la conception de stratégies et d'ingénieries de formation. Les cadres temporels permettent d'analyser la structuration du travail dans la classe. Ils permettent également par le biais des pratiques des enseignants de développer des stratégies d'économie temporelle offrant la viabilité et la faisabilité de l'intégration des TICE dans des classes ordinaires. La formation est vue comme un long parcours.

2. Problématisation et présentation de la démarche de recherche

L'étude de la littérature dans ce chapitre nous a permis de constater les complexités, d'apprécier l'ampleur de la tâche de l'enseignant qui utilise la technologie dans son enseignement. Dans un premier paragraphe (§ 2.1), nous attirons l'attention sur cette appréciation. Dans un second paragraphe (§ 2.2), nous précisons notre problématique de recherche dans laquelle, au fur et à mesure, nos questions et hypothèses de travail seront formulées.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

2.1. La tâche de l'enseignant : une vue "synthétique"

L'introduction d'un nouvel outil dans l'enseignement n'est pas chose aisée comme nous l'avons vu dans les sections précédentes. L'enseignant peut être confronté à de multiples contraintes et difficultés face à l'utilisation de la technologie en classe. La formation à l'usage des TICE et la préparation des séances informatiques suivant les objectifs d'apprentissage des mathématiques sont, certes, des conditions "nécessaires" d'intégration des TICE dans l'enseignement, cependant, elles ne sont pas "suffisantes". D'autres paramètres jouent sur la façon dont l'enseignant exerce son activité, comme nous allons le préciser dans la suite.

2.1.1. Contextes d'usage différents

A l'heure actuelle, une majorité de foyers est équipée d'ordinateur et les élèves ont accès dans d'autres lieux que l'école comme café-Internet, salle de jeux… Il est possible que cet usage extra-scolaire de l'ordinateur par des élèves ait un aspect positif en déchargeant l'enseignant d'une initiation aux techniques de base de son utilisation (allumer/éteindre l'ordinateur, exécuter un programme, gérer les fichiers, utiliser la souris, imprimer, etc.) qui le transformerait en un formateur de technologie.

Cependant, les usages extra-scolaires de l'ordinateur se développent dans des contextes bien différents de ceux de la classe. La réalité de ces usages peut demander à l'enseignant de l'effort pour ramener les élèves à d'autres contextes d'utilisation de l'ordinateur (Assude & Gélis, 2001, p. 266).

2.1.2. Contraintes institutionnelles, temporelles, matérielles

Suivre les instructions des programmes scolaires, et ceci, dans un temps déterminé, est l'une des contraintes importantes de l'enseignement. L'enseignant souhaitant introduire la technologie dans sa classe peut alors difficilement prendre le temps d'initier complètement ses élèves à la technologie. La genèse instrumentale est de toute façon un processus complexe qui demande du temps et une attention particulière de l'enseignant. Le paradoxe pour l'enseignant (Assude & Grugeon, 2003 ; Schneider, 1998) est que la technologie devrait simplifier et rendre plus efficaces les tâches alors que dans la pratique elle peut conduire à consacrer beaucoup plus de temps (comparé à l'environnement papier-crayon) à l'étude d'une notion mathématique.

L'équipement informatique mis à la disposition de l'enseignant et des élèves constitue un autre paramètre influençant les pratiques, particulièrement l'organisation des séances.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

L'enseignant, en rapport avec la disponibilité des matériels informatiques est contraint d'adapter des stratégies d'enseignement et des types d'usages de la technologie. Par exemple, dans une salle informatique disposant d'un nombre d'ordinateur inférieur à l'effectif de la classe, l'enseignant peut avoir recours à des travaux en binôme ou à un usage alterné de l'ordinateur de manière à ce que chacun des élèves puisse l'utiliser. Il doit également s'assurer de la disponibilité de la salle informatique dans des périodes précises de l'année scolaire vis-à-vis de son projet d'enseignement. Une salle informatique étant destinée à tous les élèves et matières, notamment à la discipline technologie, l'enseignant doit négocier les périodes d'utilisation, ce qui peut avoir des conséquences sur les genèses des élèves.

2.2. Notre objet d'étude : les pratiques d'enseignants ordinaires dans l'environnement géométrie dynamique

L'enseignant souhaitant développer des usages de la technologie dans son enseignement, cherche à mettre en place certaines adaptations et effectue des choix. Nous estimons ainsi qu'il a une certaine conscience des contraintes et des conditions de ces usages, ainsi que des conséquences sur ses pratiques. Notre hypothèse est alors la suivante :

> Si l'enseignant, bien qu'ayant conscience de contraintes susceptibles d'affecter son équilibre professionnel, fait le choix d'utiliser la technologie dans son enseignement, c'est qu'il existe pour lui des 'potentialités' de la technologie par rapport aux instruments habituels. Ces potentialités ne sont pas directement celles que la recherche et les instructions officielles mettent en avant. L'actualisation de ces potentialités en classe reste problématique.

Nous nous posons par conséquent des questions suivantes :

> Pour une technologie et un enseignant donnés, quelles sont les potentialités qu'il privilégie dans ses représentations ? Comment ces potentialités privilégiées se situent-elles par rapport à celles que la recherche et les instructions officielles mettent en avant ? Comment ces potentialités s'actualisent-elles dans sa pratique en classe ?
>
> Quelles attentes et modes de fonctionnement spécifiques des enseignants par rapport à la technologie sont ainsi révélés ? Comment varient-ils d'un enseignant à l'autre ?

Les potentialités d'une technologie sont le plus souvent mises en évidence et étudiés dans des conditions expérimentales : enseignants motivés et formés, écarts possibles par rapport au curriculum, groupes d'élèves spécialement mis en place… Les chercheurs se sont ainsi assurés de pouvoir "faire fonctionner" la technologie dans des conditions leur permettant

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

d'étudier ses effets. Notre but est différent, puisque nous nous intéressons aux contraintes rencontrées par l'enseignant dans une utilisation "réelle" et donc il nous faut approcher le mieux possible la réalité de pratiques d'enseignants. Nous allons donc considérer des enseignants 'ordinaires', c'est-à-dire des enseignants soumis aux contraintes usuelles de l'enseignement et non à celles d'un projet de recherche.

Cependant comme le souligne P.-Glorian (2002, p. 179), atteindre cette "réalité" est une tâche difficile :

> « L'étude des pratiques des enseignants dans des classes ordinaires pose de sérieux problèmes sur les plans théorique et méthodologique. En effet, il n'est pas facile d'avoir accès au fonctionnement ordinaire des classes : la présence d'un observateur amène souvent l'enseignant a se remettre en question et risque d'une part de modifier fortement ce qui est observe, d'autre part de déstabiliser l'enseignant. »

Nous adopterons une approche 'naturaliste' afin de perturber le moins possible le projet de l'enseignant. Ceci sera explicité dans la méthodologie d'observation que nous avons suivie (chap. V).

Précisons dans les paragraphes suivants, quelles lectures ont nourri notre problématique de recherche. Les chercheurs qui ont étudié l'enseignant 'ordinaire' utilisateur de la technologie en classe sont peu nombreux. Nous allons fournir, dans un premier temps -de façon non exhaustif- un aperçu de quelques études et de leurs résultats (§ 2.2.1). Nous nous intéresserons ensuite à des études qui tentent de proposer des modèles (§ 2.2.2). En effet, nous nous intéressons à une réalité complexe dont une analyse non "outillée" ne saurait rendre compte.

Nous sommes nécessairement amenés à déterminer un domaine mathématique pour les études théoriques et expérimentales dans le cadre de la thèse. Ceci est présenté dans le paragraphe 2.2.3. D'autres choix seront précisés dans le chapitre relatif à la méthodologie d'observation des enseignants (chap. V).

Nous rapportons ensuite, certains éléments d' « une étude préliminaire des pratiques des enseignants » effectuée dans le cadre de notre travail, afin d'avoir une idée globale sur l'utilisation des TICE par des enseignants (§ 2.2.4).

Enfin, nous explicitons comment nous sommes amenés à considérer un processus de réflexion sur la GD (§ 2.2.5).

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

2.2.1. Etudes sur l'utilisation de la technologie par des enseignants en classe (Monaghan, 2001 ; Kendal & Stacey, 2002)

Nous présentons deux études de référence sur l'observation des enseignants en classe. Elles ont été sélectionnées, car d'une manière générale, elles apportent des éléments sur la façon dont les enseignants utilisent la technologie en classe. La première étude (Monaghan, 2001) s'intéresse au changement des formes d'interactions entre l'enseignant et les élèves dans un enseignement assisté par la technologie par rapport à un enseignement habituel (sans technologie). La seconde (Kendal, Stacey, 2002) concerne l'influence de l'utilisation de la technologie (calculatrice intégrant un système de calcul formel) sur le mode de travail des enseignants. A la différence de notre objet d'étude, les enseignants observés s'insèrent dans un projet d'utilisation des TICE et bénéficient d'une possibilité d'être formés et guidés par des experts en la matière. Néanmoins, ces études ne relèvent pas des scénarios d'ingénierie didactique, les enseignants étant laissés libres de leur choix.

Monaghan (2001) rapporte une observation de 13 enseignants pendant une année scolaire, à raison de quatre séances avec/sans technologie par enseignant. Différents outils ont été utilisés par les enseignants comme tableurs, calculatrices, logiciels de calcul formel, de géométrie… L'illustration ci-dessous montre les résultats d'une analyse statistique des formes d'intervention des 13 enseignants :

Table 2 SCAN statistics which show a marked difference over all 13 teachers

	non-ICT	ICT
(1) the percentage of time spent in teacher-whole class exposition (C)	48%	19%
(2) the percentage of time teachers spent talking to two or more students (D2/3)	28%	45%
(3) the percentage of time teachers spent coaching or eliciting ideas from students (Co)	19%	4%
(4) the percentage of time teachers spent explaining or facilitating mathematical ideas (EFi)	44%	29%
(5) the percentage of time teachers spent explaining or facilitating technological features (EFt)	0%	24%
(6) the number of assertions teachers made during lessons (a)	9	35
(7) the number of instructions (or initiating remarks) teachers made during lessons (i)	15	50

Figure 1 : illustration des résultats obtenus (Monaghan, 2001)

Le tableau que donne Monaghan montre un enseignant passant l'essentiel de son temps essentiellement à donner des instructions (50 en moyen) et à un guidage technique (24 % du temps). Un résultat central est que l'introduction de la technologie dans l'enseignement a

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

généré une diminution des interventions visant à mettre en évidence des phénomènes et à attirer l'attention des élèves sur leur possible interprétation mathématique (19 % → 4 %) et de celles qui portent plus directement sur les aspects mathématiques sous-jacentes à l'activité (44 % → 29 %). Il n'est certes pas étonnant que les enseignants aient à guider les élèves d'un point de vue technique (24 % du temps), ce qu'ils n'ont généralement pas à faire lors des séances sans technologie, mais la contrepartie devrait être dans la possibilité qu'offre la technologie de mettre en évidence des phénomènes et de les interpréter mathématiquement. Cette diminution paradoxale de l'activité du professeur directement liée aux mathématiques est interprétée par une certaine difficulté des enseignants à se référer aux aspects mathématiques en utilisation de la technologie (Lagrange, 2003b).

Kendal et Stacey (2002) ont observé deux enseignants, André et Benoît. Le changement des pratiques habituelles et les adaptations effectuées par ces enseignants sont particulièrement mis à l'étude. André et Benoît ont été initiés et se sont familiarisés à l'utilisation des calculatrices symboliques à travers une collaboration avec une équipe de recherche durant deux ans. Auparavant ils avaient une expérience de l'usage de calculatrices graphiques dans leurs classes. Les calculatrices symboliques étaient donc nouvelles pour les enseignants aussi bien que pour leurs élèves. Les auteurs considèrent une période de transition pendant laquelle les deux enseignants passent à une nouvelle manière de faire les mathématiques en classe. L'observation montre les différences quant à l'usage des calculatrices chez André et Benoît, ce qui contraste avec leur insertion dans un même projet. André combine l'usage de la calculatrice avec une formation des élèves par des guides détaillés privilégiant l'aspect technique. Benoît ne considère pas beaucoup cet aspect et ses élèves font souvent des erreurs. L'apprentissage de cet outil est pour lui basé sur une discussion en classe, sans aide visuelle (vidéo-projecteur par exemple). André fait usage de la calculatrice sans vraiment changer les tâches, mais en donnant une place aux techniques (calculatrices) efficaces pour les résoudre. Quant à Benoît, il privilégie le vocabulaire mathématique habituel (papier-crayon) et insiste moins sur les caractéristiques techniques. Il utilise très peu les capacités formelles de la calculatrice.

Selon les auteurs, ces différences observées entre les deux enseignants intégrés dans un même projet peuvent s'expliquer par leur rapport différent aux mathématiques, des facteurs liés à leur habitus professionnels et même personnels. Selon Lagrange (2003b) il existe « des limites aux intégrations réalisées par les deux professeurs, celle d'André parce qu'elle tend à vider les techniques de leurs contenu mathématique et celle de Benoît parce qu'elle ne donne pas vraiment leur

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

place aux techniques "calculatrices". Ces limites semblent difficiles à dépasser tant elles sont liées à l'habitus des professeurs ».

2.2.2. Un modèle d'une utilisation réussie des TICE (Ruthven & Hennessy, 2002)

Certaines recherches proposent d'outiller à l'aide de modèles l'analyse des pratiques des enseignants utilisant des TICE. Monaghan (2004) propose un modèle d'analyse emprunté à Saxe (1991) pour examiner les influences de certains facteurs (paramètres) sur l'activité des enseignants et comprendre les complexités des pratiques. Ruthven et Hennessy (2002) s'intéressent quant à eux, à la façon dont un enseignant peut concevoir une utilisation réussie des TICE dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques et organisent ses attentes en modèle. A la différence de Monaghan, il s'agit d'un modèle des attentes et non des pratiques. Nous le retenons cependant car les attentes ou *thèmes* qu'organise ce modèle sont très proches des 'potentialités' de la technologie qui constituent l'axe de notre thèse. Un modèle de ces attentes doit nous permettre d'une part de situer les potentialités perçues a priori par l'enseignant et d'autre part de les confronter à leur actualisation plus ou moins aboutie dans la classe. Présentons donc ce modèle de façon détaillée.

Une confrontation des études menées aux Etats-Unis conduit Ruthven et Hennessy (2002) à un questionnement sur la fiabilité des approches pour décrire un « modèle d'enseignant utilisateur des TICE ». L'une des études dégage d'un questionnaire destiné aux enseignants (au niveau national) deux profils d'enseignants opposés : « *transmissive* » et « *constructivist* ». Une catégorisation des enseignants similaire à ces derniers « *didactic* » (travail avec des logiciels fermés) et « *constructivist* » (travail avec des logiciels ouverts) faite dans une autre étude sur des questionnaires (au niveau des Etats) montre bien que ce type de catégorisation n'est pas vraiment crédible. Ruthven et Hennessy mettent alors l'accent sur le besoin d'études plus fines pour décrire des profils d'enseignant utilisateur des TICE.

Les auteurs procèdent par enquête (interview d'équipes d'enseignants). Dans la conception de cette enquête ils prennent en compte deux orientations théoriques : la première orientation est l'*approche naturaliste* où l'enseignant est vu comme une source cruciale pour construire une théorie. Suivant cette approche, on n'a pas de préconçu sur l'enseignant, on ne regarde que ses pratiques pour construire des modèles. La deuxième orientation est l'*approche socio-culturelle psychologique* qui s'intéresse aux interactions lors des échanges en classe. Le but de l'enquête est d'étudier l'enseignement plus que l'enseignant. Il ne s'agit pas de fournir un

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

modèle définitif en conclusion, mais plutôt de servir d'un point de départ pour des recherches futures afin de développer ce modèle.

Le public enquêté est constitué des enseignants de mathématiques des sept établissements scolaires secondaires d'une unité géographique. Les établissements fréquentés disposent de moyens différents quant à l'usage des TICE. Equipement insuffisant au niveau de matériel et de salle, accès limité à la salle informatique, problème de réservation de salle, nécessité de l'investigation dans le temps, ou alors, besoin de trouver des nouvelles façons de travailler peuvent exister comme des obstacles à l'utilisation des TICE. Les formations aux TICE données aux enseignants sont perçues comme insuffisantes, les enseignants n'y apprenant que le côté technique de cette utilisation. Cette formation est de toute façon jugée inefficace par les enseignants : ils se plaignent souvent de problèmes techniques rencontrés lors des séances et d'une gestion difficile. Les commentaires des rapports d'inspection vont dans le même sens que ces évaluations.

Les auteurs organisent des "interviews groupées" à partir desquels ils tentent à répondre à la question suivante : « comment les enseignants voient-ils une pratique des TICE réussie ? ». Ces interviews ont été enregistrées, transcrits et transférés dans un système informatique capable de gérer les données de façon à créer des catégories. Les auteurs ont ainsi identifié des *thèmes* et analysé leurs relations. Les thèmes marginaux ayant été éliminés, l'analyse a fourni 10 thèmes *opérationnels* reflétant les idées centrales des enseignants sur l'apport des TICE dans leur enseignement. Une analyse statistique a montré des liens entre thèmes dans les déclarations des enseignants (p.76). Selon les auteurs, cette analyse organise les thèmes en système. Elle fournit ainsi un modèle d'utilisation réussie des TICE dans les représentations des enseignants. La figure ci-dessous présente les liens les plus significatifs (1er quartile) entre les différents thèmes. Chaque pourcentage représente la proportion de *« l'incidence et la co-incidence »* relatives entre deux thèmes :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

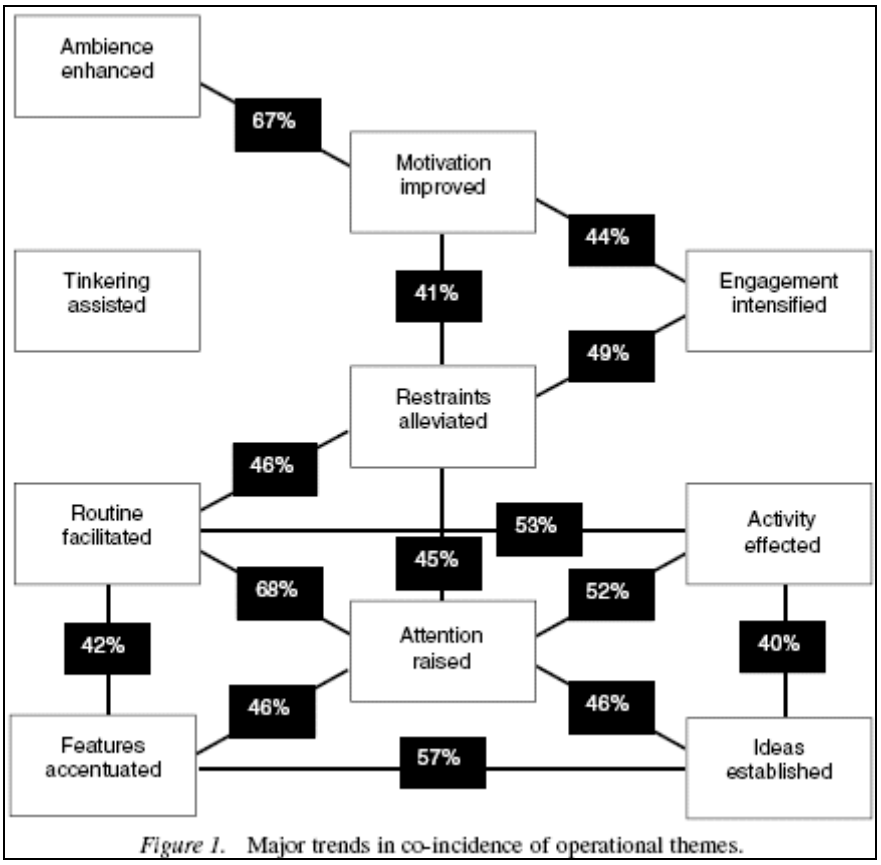


Figure 1. Major trends in co-incidence of operational themes.

Figure 2 : résultats des interviews montrant les liens entre les thèmes opérationnels (p. 76)

- Quatre thèmes concernent directement des apports des TICE :
  - *Ambience enhanced* : *« ambiance améliorée »* par un changement de l'activité en classe ;
  - *Tinkering assisted : « exploration assistée »* aidant le processus d'essai-erreur et offrant d'autres possibilités dans la réalisation des tâches ;
  - *Routine facilitated : « routine facilitée »* en permettant de réaliser des tâches facilement, rapidement et de façon sûre ;
  - *Features accentuated : « caractéristiques accentuées »* en fournissant des images dynamiques et des effets marquant attirant l'attention sur des propriétés et des relations en les objets de l'activité.
- Trois autres thèmes sont liés aux thèmes précédents :
  - *Motivation improved : « motivation améliorée »* en produisant du plaisir et de l'intérêt chez les élèves et en leur donnant confiance ;
  - *Restraints alleviated : « contraintes allégées »* : économie de l'investissement des élèves dans des tâches laborieuses en crayon et papier, moins de risque d'erreur ;
  - *Attention raised : « attention accrue »* en créant les conditions pour que les élèves se concentrent sur la tâche.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

- Trois thèmes finaux sont liés à leur tour aux thèmes précédents :
  - *Engagement intensified : « engagement intensifié »* : davantage de persévérance et d'initiative des élèves dans l'activité en classe ;
  - *Activity effected : « activité plus efficace »* en maintenant le rythme et la productivité des élèves ;
  - *Ideas established : « acquisition des notions »* : une plus grande concentration sur des notions plus facilement visualisées permet le développement de la compréhension de l'élève.

Les auteurs ajoutent deux *thèmes pédagogiques* et les mettent en relation avec les thèmes précédents :

- *Investigation promoted : « recherche favorisée »* concernant la partie recherche d'une activité,
- *Consolidation supported : « consolidation soutenue »* incluant les parties pratique, renforcement et révision.

Ce modèle fournit ainsi un schéma générique incluant les éléments principaux rendant compte de la façon dont un enseignant peut concevoir l'utilisation des TICE pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Cependant, les auteurs notent que ce modèle n'est pas définitif et qu'il est expérimental. Il pourra être complété par d'autres thèmes selon les circonstances particulières dans lesquelles se trouvent les enseignants.

> Les différents *thèmes* dont est constitué le modèle peuvent être vus comme des 'attentes' des enseignants par rapport à la technologie. Comme nous l'avons déjà souligné, le modèle constitue donc une référence intéressante pour notre problématique. Nous nous proposons dans la même idée, d'identifier les thèmes présents dans les déclarations des enseignants et leur articulation, ainsi que la façon dont ils « fonctionnent »[3] réellement dans les classes.

2.2.3. Choix du domaine mathématique : la Géométrie Dynamique au collège

La **G**éométrie **D**ynamique (GD) est entrée dans la terminologie de didactique des mathématiques avec la conception des logiciels de constructions géométriques, comme par exemple Cabri-géomètre ou Geometer's Sketchpad parmi les plus connus et utilisés dans le monde (Laborde, 1999). La GD se définit comme un environnement logiciel de construction géométrique ayant comme point fort une dynamique des tracés basée sur la géométrie

[3] Nous préciserons au chapitre X ce que nous entendons par « fonctionnent ».

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

euclidienne. L'exécution dynamique d'une figure se réalise en temps réel. La possibilité de bouger les éléments de base d'une figure permet d'observer ses invariants et de les interpréter comme des propriétés géométriques. L'aspect fonctionnel des logiciels de GD sera d'avantage développé dans le chapitre II.

La raison pour laquelle nous avons choisi ce domaine est que parmi les environnements proposés pour l'apprentissage, la GD est un des environnements les plus présents dans la recherche en didactique et aussi dans les classes. Ceci nous permet d'avoir des éléments exploitables pour notre étude. Il s'agit d'une part, du volume important de recherches existant sur la GD dans la didactique des mathématiques, et d'autre part, les incitations des textes officielles du Ministère de l'Education Nationale relatives à son usage dans l'enseignement des mathématiques. Il s'ajoute à ces derniers, la variété de logiciels disponibles (notamment ceux de conception française comme Cabri-Géomètre, Geoplan, Geospace, et d'autres comme Cinderella, Geometer's Sketchpad…), les propositions de leurs usages dans des manuels, la possibilité d'accès à la GD dans des établissements scolaires…

Nous avons fait le choix de limiter notre étude à un niveau d'enseignement. Le niveau 'collège' nous a paru adapté car la géométrie occupe une place suffisante dans les programmes pour qu'il soit possible de rencontrer des usages de la GD dans les classes.

2.2.4. Une étude préliminaire des pratiques des enseignants : « La place des TICE dans les mémoires professionnels d'IUFM »

Précisons tout d'abord que cette étude est réalisée au niveau de l'enseignement secondaire, en exploitant les mémoires des professeurs stagiaires (PLC2) d'IUFM (C.-Dedeoglu, Erdogan, 2003). Ici nous rapporterons essentiellement des éléments relatifs à notre domaine d'étude, soit la GD au collège (cf. Annexe 1 pour le texte intégral).

Notre choix d'entreprendre une étude sur les mémoires des stagiaires d'IUFM réside dans la caractéristique de ces documents : ils sont en effet considérés comme les traces de pratiques. L'hypothèse est que leur analyse pourra nous renseigner sur l'usage des TICE par des (jeunes) enseignants. Il s'agit d'une étude quantitative basée exclusivement sur les données[4] disponibles sur les sites Internet des IUFMs : titres, mots-clés, résumés et textes intégrales des mémoires.

[4] Des données ont été trouvées sur les sites de 10 IUFM et concernant 582 mémoires de PLC2 mathématiques. 10 % environ de ces mémoires portent sur les TICE et cette proportion varie relativement peu d'un IUFM à l'autre et au cours des années.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

A travers les données recueillies nous avons identifié les *types de TICE* utilisés par les stagiaires. Le terme *« type de TICE »* désigne l'usage d'un outil donné à un niveau donné. Deux types de TICE se sont révélés dominants : la GD au collège, les calculatrices au lycée. Concernant la prédominance de l'utilisation de la GD au collège sur d'autres outils utilisés à ce niveau, nous sommes arrivés aux conclusions suivantes : en géométrie au collège, la construction et la reproduction des figures ainsi que la visualisation des objets de l'espace occupent une grande place. L'enseignement de la démonstration débute seulement avec une place importante donnée à la conjecture. La place de la GD que nous observons dans les mémoires concernant le collège nous semble indiquer que cette géométrie du collège est assez facilement compatible avec l'usage de la GD. D'autres outils comme les calculatrices et les tableurs apparaissent peu dans les mémoires des stagiaires du collège. Nous pensons que le calcul « instrumenté », par le tableur ou la calculatrice, bien que recommandé par les programmes, pose des problèmes de gestion de classe à l'enseignant. Par exemple, l'absence de support écrit ne permet pas d'avoir une trace des procédures des élèves et rend difficile le repérage de leur cheminement de résolution. De plus, il semble que le calcul instrumenté soit vu par les enseignants comme un obstacle au développement de compétences calculatoires. Le petit nombre de mémoires portant sur le tableur peut être mis en relation avec la difficulté d'intégration de ce logiciel dans l'enseignement.

Nous avons aussi cherché comment les types de TICE répondent, dans les mémoires, à des problématiques relatives aux TICE, ce qui nous a amené à définir des *types d'usage*. Au collège la GD est préférentiellement liée à une problématique « apports, mise en oeuvre » et « conjecture ». Cette technologie est présente surtout en collège où elle n'apparaît pas comme pouvant entraîner des difficultés dans l'apprentissage de la démonstration, contrairement à ce qui est constaté au lycée[5]. Les questions de mise en œuvre et l'exploration des apports sont alors les plus présentes. Concernant les deux niveaux (collège et lycée) nous avons constaté que la GD est plus présente dans les problématiques spécifiques liées à la conjecture et l'étude des notions mathématiques. Nous avons alors fait l'hypothèse que des exemples d'activités mis à la disposition des enseignants (dans les manuels, sur Internet, dans des cahiers

[5] Au lycée en géométrie, les programmes recommandent l'utilisation de logiciels de géométrie et insistent sur la démonstration. Par exemple, le contenu de géométrie de la classe de Seconde s'appuie sur les acquis de collège et limite le nombre de notions nouvelles à introduire. Il se différencie de celui de collège par la place donnée à la démonstration : par exemple pour la géométrie plane, il est proposé de prendre du temps pour la recherche de problèmes en utilisant essentiellement les outils théoriques des classes de collège. Le fait que les mémoires portant sur la GD au lycée soient peu nombreux s'explique pour nous par une difficulté plus grande à utiliser ce type de logiciel dans une géométrie différente de celle du collège.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

d'utilisation des logiciels, etc.) donnent des idées d'utilisation de ces logiciels dans l'étude des notions mathématiques et aident les enseignants stagiaires à se centrer sur des objectifs d'apprentissage.

> Cette étude préliminaire sur les pratiques des enseignants nous a permis de constater en quelque sorte l'impact des programmes scolaires du collège et l'influence des matériels liés à la GD mis à la disposition des enseignants sur les pratiques enseignantes. Une étude des programmes et des manuels scolaires devrait nous fournir davantage de renseignement sur les propositions d'usages de la GD qu'ils intègrent (ou non), par ce biais, nous approcherons mieux les pratiques des enseignants. Nous considérons en effet, ces deux types de documents comme des supports privilégiés par des enseignants pour construire leurs pratiques.

2.2.5. Vers l'étude d'un processus de réflexion sur la GD

Nous avons fait l'hypothèse que les potentialités que présente la technologie jouent un rôle important dans les pratiques des enseignants. L'enseignant qui choisit d'utiliser une technologie dans son enseignement base son choix sur les potentialités de cette technologie. C'est pourquoi dans un premier temps nous allons nous intéresser aux potentialités de la GD pouvant intervenir dans une pratique au collège.

La recherche en didactique des mathématiques sur la GD est la première source que nous allons considérer. Puis nous nous intéresserons aux instructions officielles (programmes et documents d'accompagnement) et aux manuels scolaires, en tant que sources d'inspiration pour les enseignants. Nous allons considérer les textes de recherche, les instructions officielles, et les manuels comme trois niveaux dans un processus de réflexion sur la GD, susceptibles d'influencer les pratiques des enseignants : les instructions officielles peuvent en effet être plus ou moins inspirées par des résultats de recherche. Les manuels se basent à leur tour sur les instructions officielles, et peuvent être, eux aussi, plus ou moins inspirés par la recherche. Ainsi, les pratiques enseignantes, peuvent directement ou indirectement être influencées par ces trois niveaux selon un processus que résume le Schéma 1 :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

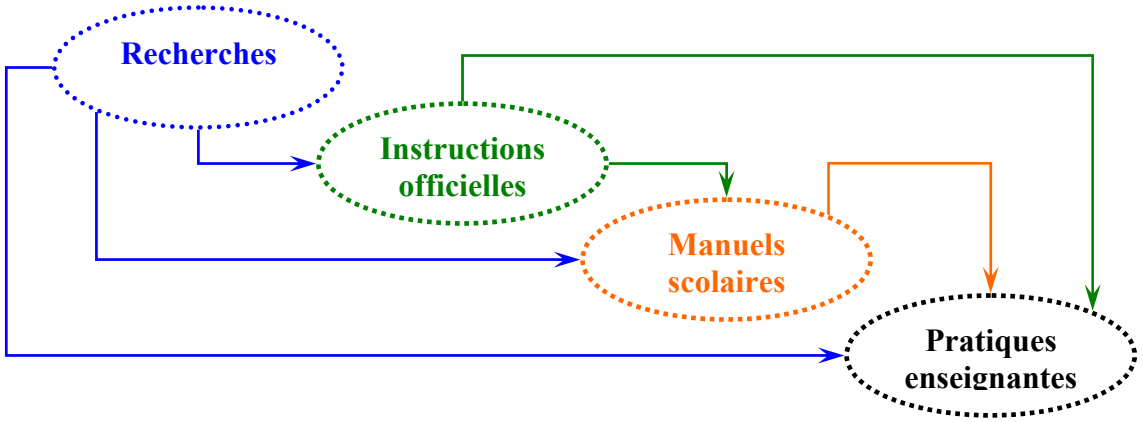


Schéma 1 : les étapes d'un processus de réflexion sur la GD susceptibles d'influencer les pratiques enseignantes

Dans l'analyse de ce processus, nous faisons le choix de considérer 'les potentialités de la GD' comme des éléments centraux, car ce sont elles qui, comme nous l'avons dit plus haut, légitiment la présence de la GD dans l'enseignement. Nous faisons l'hypothèse que dans ce processus des décalages s'observent d'un niveau à l'autre.

Nous présentons dans la première partie de la thèse, nos analyses portant sur les trois premiers niveaux du schéma.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Première Partie

La Géométrie Dynamique au Collège : quelles potentialités pour les pratiques enseignantes ?

Chapitre II : Les potentialités de la GD dans la recherche

Chapitre III : Analyse des Instructions Officielles

Chapitre IV : Analyse des Manuels Scolaires

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Chapitre II

Les potentialités de la GD dans la recherche

"Technology gives a meaning to mathematics and mathematics justifies the use of technology"
C. Laborde (2001)

Introduction

Nous étudions ici les potentialités de la GD susceptibles d'intervenir dans une pratique au collège, à travers la recherche en didactique des mathématiques. Par 'potentialités' nous désignons les apports possibles (potentiels) de la GD à l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Compte tenu de la grande variété de recherches en didactiques des mathématiques sur la GD nous avons choisi de considérer seulement des travaux présentant un caractère de généralité suffisant : nous avons choisi des textes de synthèse sur la GD par des spécialistes dans différents pays (Laborde, Mariotti, Holz, Straesser, Jones…), et des textes de chercheurs insérant leur réflexion sur la GD dans des préoccupations plus générales (Assude : l'enseignant, Cornu : l'évolution des mathématiques, Hoyles et Healy : la résolution de problèmes, Vergnaud : la conceptualisation…).

Les logiciels de GD sont des artefacts complexes (à des degrés divers suivant les logiciels) par la multiplicité des objets théoriques et des registres de représentation qu'ils représentent (Laborde, 1999). Les potentialités des logiciels de GD résultent d'une part, de leur principe de fonctionnement basé sur des propriétés mathématiques, et d'autre part, des fonctionnalités[6] qu'ils intègrent.

Dans les sections suivantes, nous présentons tout d'abord la contribution de la GD à la « distinction dessin/figure » et au « processus de preuve[7] », deux thèmes exploités dans les problématiques de nombreuses recherches. Ensuite, nous étudions les travaux qui partent des

[6] « Possibilité de traitement offerte par un système informatique ou un logiciel » (définition du terme « fonctionnalité » dans le domaine informatique, selon http://www.granddictionnaire.com)

[7] Nous ne distinguons pas ici les termes preuve et démonstration et employons seul le terme preuve.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

fonctionnalités riches des logiciels de GD pour souligner la possibilité d'élargir les champs de l'expérimentation et de l'exploration en géométrie, et d'ouvrir la voie à la réalisation des tâches plus riches et à une géométrie différente.

1. Distinction dessin/figure

Compte tenu de différents statuts donnés aux concepts de *dessin* et *figure* (Laborde et Capponi, 1994), précisons tout d'abord que, nous nous plaçons ici dans le contexte, où la figure est considérée comme un référent théorique en opposition au dessin qui en est une représentation graphique (Laborde, 1994). Selon Laborde (1996), la géométrie fait appel, d'une part, à des objets théoriques relevant du domaine théorique, et d'autre part, à des représentations graphiques (figures) qui relèvent du domaine spatio-graphique[8]. Laborde et Capponi (1994) soulignent ainsi qu'il existe une lecture spatiale et une lecture géométrique du dessin dont l'existence est "ignorée" dans l'enseignement de la géométrie :

> « L'enseignement néglige la possibilité d'une lecture spatiale du dessin et ne considère que la seule lecture géométrique du dessin, il méconnaît l'existence du domaine d'interprétation d'un dessin : l'évidence perceptive y est naturellement et immédiatement interprétée en termes géométriques » (p. 172).

Deux caractéristiques de Cabri-géomètre (Cabri) telles que « la coexistence de primitives de dessin pur et de primitives géométriques » et « la manipulation directe du dessin » conduisent les chercheurs à souligner les potentialités qu'offre Cabri en tant que système de représentation d'objets géométriques disqualifiant les interprétations erronées. En particulier la fonctionnalité de *déplacement* (*dragging* dans la littérature anglo-saxonne) dans Cabri favorise l'apprentissage de la distinction dessin/figure. Explicitons à cet effet, brièvement, le fonctionnement de Cabri et la fonctionnalité de *déplacement* :

> Cabri incorpore des connaissances mathématiques et permet ainsi de construire des figures selon les primitives géométriques. Cependant, si la figure n'est pas construite selon des procédés adéquats à la géométrie, lorsque l'on la déplace à partir d'un élément servant à sa construction « elle ne résistera pas au *déplacement* », les propriétés et les relations géométriques qu'elle détient "perceptivement" ne seront pas conservées. Il s'agit du *déplacement* des objets de base d'une construction Cabri par manipulation directe à l'aide de la souris. Cette fonctionnalité offre des possibilités comme par exemple, observer les

[8] « […] car elles expriment des relations géométriques sous forme spatiale. » (Laborde, 1996, p. 98)

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

propriétés géométriques, les relations entre les objets, valider ou invalider les constructions. Elle est considérée comme une fonctionnalité importante de Cabri, du fait qu'elle n'est pas réalisable en environnement papier-crayon.

Cabri fournit alors des rétroactions à l'élève suite au *déplacement* du dessin par manipulation directe. Ces rétroactions conduisent l'élève à évaluer sa construction, si le dessin ne résiste pas au *déplacement*, l'élève est alors amené à envisager d'autres stratégies de construction.

Selon les chercheurs, dans l'environnement papier-crayon, une tâche peut être résolue sans qu'il y ait recours à des propriétés géométriques, l'élève se situant uniquement sur le plan du dessin. Avec Cabri, l'élève ne fait pas un dessin, il communique son procédé de tracé au logiciel, et donc cette difficulté ne se présente plus. Une expérimentation avec des élèves de 4^{e} montre que le *déplacement* par sa fonctionnalité de disqualifier des procédés au jugé joue un rôle important dans l'évolution des procédures de tracés des élèves. Les auteurs ajoutent que le tracé au jugé (l'usage de primitives de dessin pur) reste pour certains élèves souvent une première tentative de solution et qu'une fois que leur construction est disqualifiée par le *déplacement*, ils sont conduits à un traitement géométrique.

Dans la même approche, selon Chaachoua (1997, p. 321) « les rétroactions de l'environnement informatique peuvent disqualifier les règles d'interprétations d'un dessin, chez les élèves par l'importance des rétroactions offertes par l'environnement[9] ».

Pratt et Ainley (1997) montrent de leur côté, comment l'environnement Cabri aide les élèves à donner du sens au concept de figure géométrique. Les résultats d'une étude avec des élèves de 11-12 ans montrent que la construction de figures passe d'un niveau spatio-graphique (celui du dessin) à un niveau géométrique. Cependant, ils ajoutent que ce passage est long à construire.

2. Processus de preuve

De nombreuses recherches portent sur le rôle de la GD dans le processus de preuve et la conjecture en géométrie. Dans sa thèse, Olivero (2002) cherche à analyser le rôle de Cabri dans l'établissement d'un lien entre les champs spatio-graphique et théorique par des élèves lors du processus de preuve. Elle considère un large éventail de travaux qu'elle sépare en deux classes. Les premiers annoncent des résultats satisfaisants concernant d'une part, l'usage

[9] Geospace et Cabri3D.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

de Cabri comme un support de conjecture meilleur que l'environnement papier-crayon, et d'autre part, sa contribution potentielle à la preuve chez des élèves. D'autres, en revanche, soutiennent l'idée que la GD empêcherait en quelque sorte les élèves de passer d'une géométrie de perception a une géométrie de déduction. Il s'agit notamment de la fonctionnalité de *déplacement* dans Cabri. Certains chercheurs la considèrent comme un obstacle à la réalisation de processus de preuve. Pour eux, le *déplacement* fournit une impression forte à l'élève que la construction est juste et qu'établir une preuve est inutile:

> « They argue that the dragging feature provides students with strong evidence that a property or theorem is true, so that they will not be then motivated to find a proof for that property or theorem » (p. 63).

Olivero se situe parmi les chercheurs pensant que Cabri peut favoriser l'articulation entre les champs empirique et théorique dans les activités géométriques, indispensable pour établir le processus de preuve et que la fonctionnalité de *déplacement* y joue un rôle très important. Cependant, elle signale qu'éviter le fait que Cabri devienne un obstacle à la réalisation du processus de preuve, reste à la charge de l'enseignant. Il doit expliciter clairement ce qui est attendu des élèves, en leur demandant de bien justifier les conjectures par des éléments théoriques et non empiriques ou numériques (par exemple, variation des mesures affichées à l'écran lors du *déplacement*) :

> « For example, dragging in Cabri allows students to validate their conjectures; therefore the function of convincing (oneself or a friend) that proof has in mathematics is no longer useful. The work in Cabri is enough for the students to be convinced of the validity of their conjectures. If the teacher does not motivate students to find out why a conjecture (proposition) is true, then the justifications given by students may remain at an empirical level: the proposition is true because the property observed on the Cabri figure stays the same when dragging the figure, given that the hypotheses do not change. When such a belief is shared in the classroom, then Cabri might become an obstacle in the transition from empirical to theoretical thinking, as it allows the validation of a proposition without the need to use a theory. However, if the teacher makes explicit the role of proof in explaining why, then students will be motivated to prove why a certain proposition is true (within a theory), after they know that it is true (within the Cabri environment) » (p. 70).

Olivero complète ce travail par une expérimentation qui montre que Cabri ne garantit pas une gestion réussie de l'interaction entre les champs empirique et théorique. Il faut que le professeur fasse jouer les possibilités de médiation sémiotique (Mariotti, 2002) par Cabri dans le processus de preuve (p. 243).

Dans la même lignée, Hadas, Hershkowitz & Schwarz ; Jones ; Mariotti ; Marrades & Gutierrez (2000) tentent d'apporter dans une édition spéciale du journal international de recherche *Educational Studies in Mathematics* (44, p. 1-170) des réponses à la question

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

suivante « l'environnement de GD constitue-t-il un danger pour l'activité de preuve? » (Laborde, 2000). Cette édition spéciale d'*ESM* reflète par l'intermédiaire d'études de cas présentées, l'influence des logiciels de GD sur les conceptions d'élèves dans le processus de preuve. Hanna (2000), dans la vue d'ensemble (*overview*) de ces recherches souligne que la GD ouvre des approches nouvelles à l'enseignement de la preuve. Les auteurs mettent en évidence trois applications potentielles importantes des logiciels de GD : l'heuristique, l'exploration et la visualisation. L'accès réussi à la théorie mathématique présenté dans ces études dépend fortement, d'une part, d'une situation ou activité soigneusement préparée et guidée, prise en charge par l'enseignant, et d'autre part, des occasions données aux élèves, comme conjecturer, faire des erreurs, discuter et interpréter des rapports entre les objets, et offrir des explications mathématiques (Laborde, 2000).

Healy et Hoyles (2001), se penchent aussi sur la question de « potentialités et obstacles » que peut présenter la GD dans la solution de problèmes géométriques : Est-ce que les outils de Cabri aideront les élèves à effectuer le passage de l'empirique au théorique, ou, est-ce qu'ils se satisferont de rétroactions empiriques de Cabri pour résoudre des problèmes ? L'expérimentation menée avec des élèves de 14-15 ans (n'ayant pas auparavant utilisé Cabri) met en évidence des rapports différents des élèves aux outils de Cabri. L'analyse des stratégies mises en œuvre par les élèves montre que les outils de Cabri aident certains élèves à faire la transition empirique-théorique, en offrant des moyens d'explorer, de conjecturer, de construire et d'expliquer des rapports géométriques, et enfin d'établir les preuves déductives. Cependant, les auteurs observent que pour certains élèves, les outils de Cabri présentent un obstacle à la résolution des tâches lorsque les menus de Cabri sont modifiés, à l'aide des *macro-constructions* ou de la suppression de certains outils. Les chercheurs signalent que cette modification bouleverse les élèves, habitués à utiliser des outils auxquels ils n'ont plus accès.

Mariotti (2001) rapporte des apports bénéfiques de l'utilisation de Cabri, en mettant l'accent au rôle du *déplacement*. Des constructions réalisées dans Cabri peuvent être validées dans la théorie de la géométrie euclidienne. Mariotti s'intéresse alors à analyser, comment ce principe de fonctionnement de Cabri, conduit les élèves à donner des justifications mathématiques pendant le processus de preuve. Dans son expérience, au fur et à mesure de l'avancement du travail avec Cabri, l'auteur observe que les constructions géométriques et justifications mathématiques prennent du sens pour des élèves, et que les dispositifs de Cabri y jouent un rôle important. D'une façon analogue à l'observation de Laborde et Capponi (1994), Mariotti

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

constate qu'en général les premières tentatives de solutions échouent très vite grâce à la fonctionnalité de *déplacement*. Cette fonctionnalité est utilisée par des élèves chaque fois qu'ils cherchent à connaître la validation de leurs constructions.

Dans une autre étude, Mariotti (2000) témoigne également de l'évolution de la signification de la construction géométrique chez des élèves de 15 ans à travers une expérimentation sur le processus de preuve. Elle affirme que les descriptions des procédés changent dans un sens positif à l'aide d'utilisation de menus de Cabri :

> « A travers une maîtrise croissante des termes, la clarté s'améliore et dans le même temps, les argumentations s'approchent de plus en plus au statut des théorèmes, c'est-à-dire que les justifications fournies par les étudiants prennent de plus en plus la forme d'un énoncé suivi par la démonstration relative »

Des résultats similaires ont été observés par Jones (2000) dans l'analyse d'une expérimentation avec des élèves de 12 ans utilisant Cabri. A travers les interprétations et explications données par des élèves pendant le travail avec Cabri, une évolution de mathématisation a été constatée. Les descriptions liées à la perception ont progressivement laissé leur place à des explications relevant des mathématiques. Jones souligne que la nature dynamique du logiciel (en particulier la fonctionnalité de *déplacement*) a influencé la forme d'explication donnée par des élèves.

3. Champs d'expérimentation et d'exploration

La manipulation directe de certains éléments de l'objet construit permet aux élèves d'obtenir plusieurs configurations d'une même figure géométrique (Pratt & Ainley, 1997). Le travail devient ainsi plus économe (Assude et al, 1996) si on prend aussi en compte la rapidité d'exécution des tracés. Assude et al signalent cependant que « cette économie n'est pas un donné, mais un construit » (p. 54), et soulignent l'importance de la familiarisation des élèves avec le logiciel afin qu'ils y établissent un rapport adéquat.

De nouvelles techniques de résolution des problèmes peuvent se développer grâce aux fonctionnalités de la GD. Par exemple, la fonctionnalité de '*Revoir la construction' (historique)* dans Cabri n'est pas disponible en environnement papier-crayon: elle sert à revoir les étapes d'une construction réalisée, en fournissant également les mots clés correspondant aux objets créés à chaque étape. Assude et Gélis (2001, p. 283) observent l'utilisation de cette fonctionnalité dans la réalisation d'une tâche de reproduction d'une figure. Elle a servi dans

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

un premier temps à établir un programme de construction à partir des mots clés qui apparaissent à chaque étape, et ensuite, à réaliser la reproduction de la figure.

Tandis que, par ces fonctionnalités d'éditeur graphiques, l'environnement GD présente des potentialités considérables d'expérimentation du dessin, l'environnement papier-crayon, reste limité pour des raisons matérielles : imprécision du tracé, impossible de rendre temporairement invisible une partie du dessin, limitation du nombre d'éléments à gérer (Laborde et Capponi,1994).

Chaachoua (1997) évoque aussi le problème de la limitation des possibilités d'expérimentation dans l'environnement papier-crayon, particulièrement pour la géométrie dans l'espace. L'importance des rétroactions offertes par l'environnement informatique, les possibilités d'action par la manipulation directe et l'usage des primitives permettent d'élargir le champ d'expérimentation du dessin modèle d'un objet géométrique dans l'espace. Geospace et Cabri3D permettent par exemple, la visualisation des faces et arêtes cachées d'un objet géométrique de l'espace dans différentes perspectives.

A propos de la disponibilité d'un grand nombre d'outils, du champs de possibilités offertes du point de vue de la visualisation, de l'exploration et de l'expérimentation, Clarou, Laborde et Capponi (2001) notent que cela peut effrayer un enseignant débutant dans l'usage de la technologie. Les auteurs proposent de ce fait dans leur ouvrage, des scénarios d'utilisation de Cabri. Ils explicitent cette nécessité de façon suivante :

> « Il est donc important d'aider les enseignants à passer cette anxiété première devant la richesse d'un logiciel, sinon ils risquent de se cantonner à l'usage de logiciels très contraignants, très pauvres du point de vue des actions de l'utilisateur et des interactions machine-utilisateur et finalement peu moteurs d'apprentissages. » (p.12)

Hölzl (2001) attire l'attention sur le rôle que peut jouer un logiciel de GD dans l'approche heuristique de la résolution des problèmes. L'approche heuristique fournit une première idée de solution au problème posé. Elle permet à l'élève par l'intermédiaire du *déplacement*, d'examiner et d'éliminer progressivement des pistes de solutions, et enfin, d'en découvrir une qui convient. Hölzl rapporte une étude de cas avec des élèves de 13 ans avec des résultats significatifs. Selon l'auteur, la réussite des élèves a en quelque sorte trait à la forme d'interaction établie entre l'élève et le logiciel Cabri : l'élève est plus actif et enclin à envisager plusieurs solutions dans l'environnement GD. Le *déplacement* lui offre des possibilités d'agir et d'avancer dans la solution. Pour Hölzl l'interaction de l'élève avec l'enseignant n'est pas la même papier-crayon et avec la GD. En papier-crayon, l'élève pense

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

souvent que l'enseignant n'attend que des bonnes réponses. Il reste alors bloqué s'il ne parvient pas seul à fournir une solution au problème posé :

> « It seems that the whole learning environment was appropriate for sustaining this process in a way in which the students knew that they could express their ideas on the dynamic sheet and get 'neutral responses' from the computer. There is no such kind of interaction with paper and pencil and often the teacher, unfortunately, is not seen as a neutral person but somebody who expects the right answer » (p. 80).

4. Tâches riches, géométrie nouvelle

Selon Laborde (1999), la GD (Cabri) permet d'accéder à des situations géométriques plus riches en mettant en évidence des propriétés des objets de la géométrie euclidienne qui sont implicites dans l'environnement papier-crayon. Elle illustre cette idée avec l'exemple suivant :

> « La construction d'un parallélogramme, en tant que quadrilatère dont les côtés opposés sont égaux (Fig.2), fournit-elle un quadrilatère convexe sur la moitié de la trajectoire d'un de ses sommets, croisé sur l'autre moitié. La nécessité de la propriété de convexité est mise à jour de façon flagrante dans le déplacement » (p. 40)

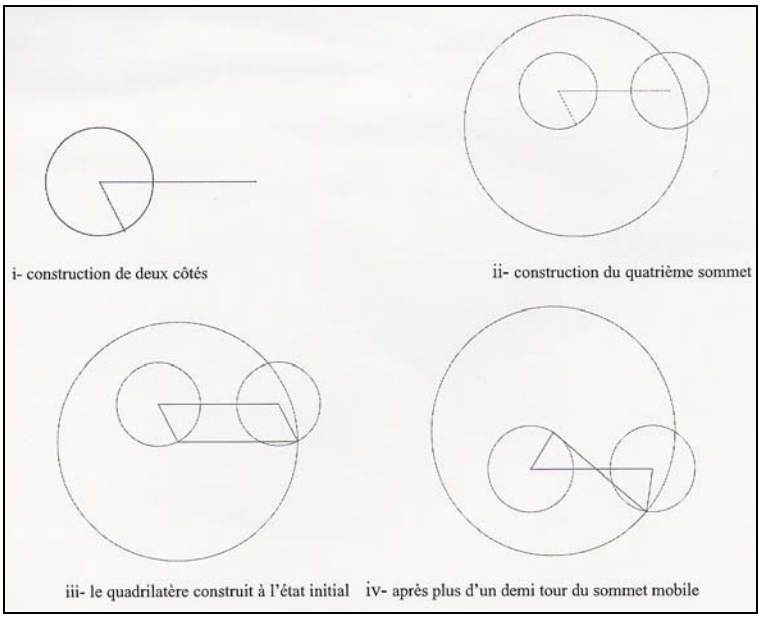


Figure 3 : une illustration dans Laborde (1999, p. 40, Fig.2)

Strässer (2001), de son côté, met l'accent sur les moyens fournis par des logiciels de GD, - indisponibles dans l'environnement papier-crayon- favorisant l'approche heuristique et l'exploration dans la recherche de solution. Les facilités de tracé, notamment par des *macro-constructions* (dans Cabri) rendent plus facile et plus précis la création et l'illustration des figures géométriques. La GD contribue également selon Strässer, à l'élargissement des champs de constructions et solutions en géométrie :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

> « Offering new tools that are unavailable in paper and pencil geometry, DGS-use widens the range of accessible geometrical constructions and solutions. If these tools become everyday instruments in the hands and minds of the user […], DGS-use widens the range of possible activities, provides an access route to deeper reflection and more refined exploration and heuristics than in paper and pencil geometry » (p. 332).

Selon Martin (1993, p. 231), l'aspect pratique de la GD permettraient à l'enseignant de poser à ses élèves des problèmes qu'il ne pourrait pas envisager en environnement papier-crayon, particulièrement en raison de manque de temps et d'insuffisance de précision du tracé au tableau. Par exemple, grâce aux outils intégrés dans Cabri, il est possible de construire "sans peine" un polygone régulier à 17 côtés ou d'illustrer une figure plus complexe notamment utilisant la fonctionnalité de macro.

D'autres chercheurs évoquent l'évolution de la géométrie grâce à la GD. Cornu (1992) attire l'attention sur l'évolution des mathématiques et leur enseignement grâce aux outils informatiques. Il considère que Cabri offre des possibilités d'élargir le champ d'étude des mathématiques par ses capacités de facilité, rapidité et précision de tracés :

> « […] il permet par la facilité et la rapidité d'obtention de figures complexes, par la précision des tracés, de consacrer du temps à des tâches nouvelles en géométrie, et reposant en particulier sur des figures plus élaborées. Le champs des problèmes abordés s'en trouve élargie » (p. 47)

Avec une perspective proche, Gomes et Vergnaud (2004) analysent la contribution de l'utilisation de Cabri à l'étude de la géométrie du point de vue du processus de conceptualisation. Ils comparent l'utilisation des instruments dans Cabri à ceux de l'environnement habituel, tels que la règle et le compas. L'analyse d'une expérimentation menée avec des élèves de 12-13 ans révèle des apports spécifiques de l'utilisation de Cabri dans la résolution des problèmes géométriques par rapport aux instruments de géométrie habituels.

> « Cabri's direct manipulation influenced the emergency of various instruments […]. The integration of so composite instruments produce what the literature had evidenced as the "different geometries" that emerge from the use of particular SDGs, diverse instruments systems » (p. 14).

Selon Gomes et Vergnaud, l'utilisation d'instruments différents mènerait à des géométries spécifiques pour chaque artefact. Ils mettent l'accent sur l'idée que l'enseignement de la géométrie devrait être plus riche en situations, et ne devrait pas être limité à l'utilisation d'un seul type d'artefact.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Conclusion : les potentialités et leur actualisation

Dans ce travail, nous avons voulu pointer dans des recherches, les apports potentiels des logiciels de GD à l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Nous avons essayé de les expliciter en les mettant en relation avec les fonctionnalités des logiciels de GD, telles que les possibilités graphiques, la vitesse d'exécution de commandes, la multiplicité d'outils et d'objets disponibles dans les menus des logiciels de GD, la possibilité d'en ajouter grâce à des macros (exemple dans Cabri) et d'en éliminer, le *déplacement* par manipulation directe des éléments de base des objets construits et la possibilité de rétroactions sur l'apprenant.

Le graphisme et la vitesse d'exécution de commandes offrent par exemple, l'obtention des tracés rapides et précis. De plus, avec l'appui du *déplacement*, il est possible d'avoir une multitude de configurations d'une même figure susceptible de renforcer la visualisation et la mise en évidence des propriétés géométriques. Les rétroactions fournies par l'environnement GD grâce à la fonctionnalité de *déplacement* offrent à l'élève le moyen de valider ou d'invalider ses actions. Cela peut favoriser d'une part, l'utilisation de différentes stratégies de solutions, l'émission des conjectures, et d'autre part, la réalisation d'un travail plus autonome de l'élève, notamment à l'aide de différents outils disponibles dans les menus des logiciels. L'élève peut également poursuivre une recherche heuristique et mobiliser ses connaissances. Les logiciels de GD offrent ainsi de nombreuses possibilités d'expérimentation et d'exploration en géométrie. Par exemple pour la géométrie dans l'espace, les fonctionnalités graphiques élargissent le champ d'expérimentation du dessin.

La présence de multiples outils et leur manipulation peuvent participer à l'évolution du langage mathématique de l'élève, sachant que les objets sont souvent nommés et représentés par des images (présence des barres d'outils ico-textuelles). De même, les messages (par exemple dans les boîtes de dialogues, l'historique de la session de travail) aussi peuvent contribuer à la progression de l'élève dans l'explication mathématique. La gestion des menus (possibilité de modifier les menus en ajoutant ou en éliminant des outils) aide par exemple l'enseignant, à proposer des situations selon des objectifs d'apprentissages précis. Les différentes fonctionnalités, notamment les macros peuvent contribuer à la réalisation des tâches riches et différentes par rapports à des tâches papier-crayon.

Le *déplacement* joue un rôle important dans l'apprentissage de la distinction dessin/figure, par sa fonction de disqualifier les règles illicites de construction. Intégrant un modèle de la

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

géométrie euclidienne, la GD joue potentiellement un rôle important dans l'articulation entre les domaines spatio-graphique et théorique.

De façon à visualiser les résultats obtenus, nous avons choisi de les présenter dans le schéma ci-dessous sur trois niveaux : en haut, les possibilités offertes par le logiciel, puis l'évolution possible de l'activité de l'élève et enfin l'influence possible sur ses conceptualisations :

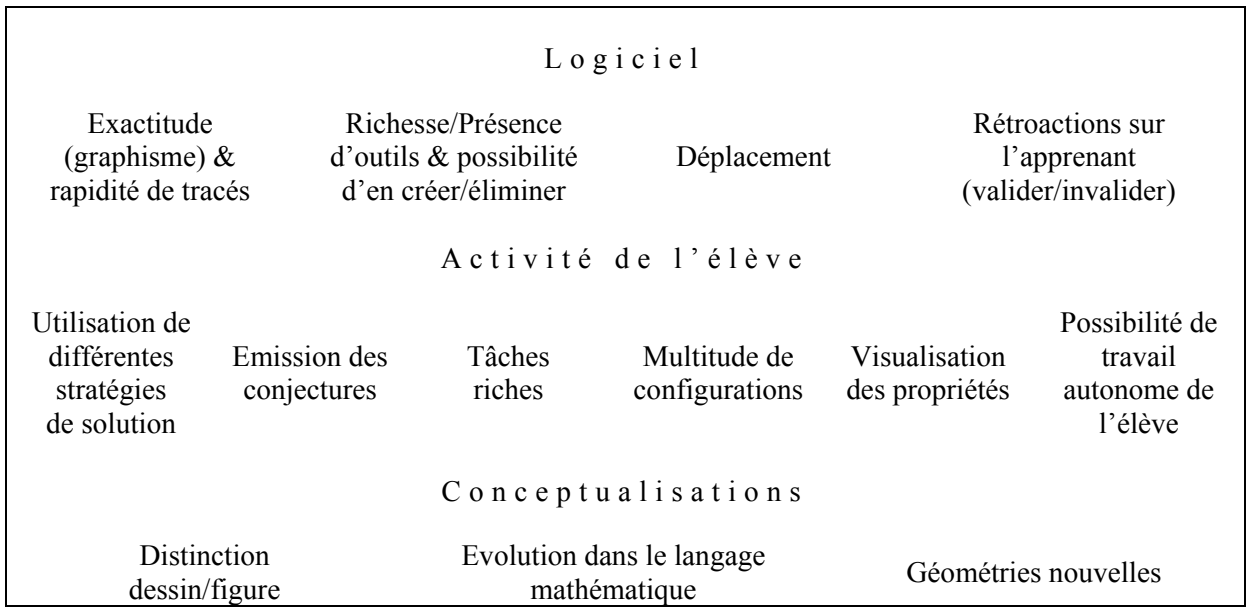


Schéma 2 : les potentialités de la GD

Les chercheurs signalent que l'utilisation des logiciels de GD en elle-même n'est pas une condition suffisante pour que les potentialités s'actualisent. L'usage de la GD peut même, comme le montrent en particulier les recherches concernant l'apprentissage du processus de preuve, constituer un obstacle à un passage à la géométrie théorique. L'idée générale est que l'usage adéquat de la GD passe par la prise en charge de la situation par l'enseignant : préparer des activités spécifiques à la GD permettant d'exploiter ses potentialités, donner aux élèves des occasions comme conjecturer, faire des erreurs, discuter et interpréter des rapports entre les objets et offrir des explications mathématiques. La familiarisation des élèves avec la GD n'est pas spontanée, au contraire, un long travail est parfois nécessaire pour pouvoir tirer parti des potentialités qu'un tel environnement peut présenter.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Chapitre III

Analyse des instructions officielles

Introduction

Nous allons faire un repérage des recommandations des instructions officielles concernant l'usage de la GD, d'une part dans les programmes, et d'autre part, dans les documents d'accompagnement qui proposent aux enseignants des pistes de réflexion et des exemples d'organisation pédagogique afin de faciliter leur travail. Nous avons choisi d'étudier les programmes[10] de collège dont la période d'application dans l'enseignement correspond à la période d'observation des pratiques des enseignants[11] (dans le cadre de l'expérimentation de la thèse).

L'enseignement au collège est organisé à quatre niveaux répartis en trois cycles pédagogiques (BO n° 25 du 20 juin 1996) : le cycle d'adaptation couvre le niveau de 6e, le cycle central couvre les niveaux de 5e et de 4e, le dernier cycle appelé cycle d'orientation, correspond au niveau de 3e. La présentation et l'explicitation des contenus des programmes se présentent en trois parties : « travaux géométriques », « travaux numériques » et « organisation et gestion de données, fonctions ». Nous avons repéré les recommandations des programmes concernant l'usage de la GD dans les parties relatives aux travaux géométriques.

Notons que le terme « géométrie dynamique » ne figure pas dans les programmes et les documents d'accompagnement. La technologie est mentionnée dans ces textes par des désignations telles que « moyen moderne de communication, instrument moderne de dessin, ordinateur, outil informatique, logiciels de construction géométrique… ». Nous avons fait le choix de les associer à la GD lorsque ces désignations s'adressaient suivant le contexte d'utilisation, essentiellement à la GD.

[10] Entrée en vigueur des programmes dès les rentrées scolaires 1996 pour la 6e, 1997 pour la 5e, 1998 pour la 4e et 1999 pour la 3e. Programmes et accompagnements consultables à l'adresse du site Internet suivante : www.cndp.fr/secondaire/mathematiques/

[11] Précisons que l'observation des pratiques des enseignants a eu lieu pendant l'année scolaire 2002-2003.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Pour chaque niveau d'enseignement, nous rapportons les mentions concernant les usages de la GD, d'abord dans les programmes, et ensuite dans les documents d'accompagnement.

1. La GD dans les programmes

Nous fournissons d'abord un tableau récapitulatif des contenus de la partie « Travaux géométriques » des programmes des quatre niveaux d'enseignement dans lequel nous signalons avec un « x » la présence des propositions d'usages de la GD. La liste des usages de la GD recommandés par les programmes apparaît assez limitée dans ce tableau :

Classe	Contenus des « Travaux Géométriques » des Programmes de Collège	GD
6e	Reproduction de figures planes simples.	**x**
	Surfaces planes : mesure, comparaison et calcul d'aires et de périmètres	
	Parallélépipède rectangle : description, représentation en perspective, patrons.	**x**
	Dans le plan, transformation de figures par symétrie orthogonale par rapport à une droite (symétrie axiale) : • Construction d'images et mise en évidence de conservation • Construction de figures symétriques élémentaires et énoncé de leurs propriétés	
5e	Prismes droits, cylindres de révolution	**x**
	Dans le plan, transformation de figures par symétrie centrale ; parallélogramme : • Construction d'images et mise en évidence de conservations • Parallélogramme • Caractérisation angulaire du parallélisme • Figures simples ayant un centre de symétrie ou des axes de symétrie	
	Triangle : • Somme des angles d'un triangle • Construction de triangles et inégalité triangulaire • Aire d'un triangle	
	Cercle : • Cercle circonscrit à un triangle • Aire du disque	
4e	Triangles : • Milieux et parallèles • Triangles déterminés par deux droites parallèles coupant deux sécantes • Droites remarquables d'un triangle	
	Triangle rectangle et cercle : • Cercle circonscrit, théorème de Pythagore et sa réciproque • Tangente ; distance d'un point à une droite • Cosinus d'un angle	
	Translation	
	Pyramide et cône de révolution	
3e	Géométrie dans l'espace : • Sphère • Problèmes de sections planes de solides	
	Triangle rectangle : relations trigonométriques, distance de deux points dans un repère orthonormé du plan	
	Propriété de Thalès	**x**
	Vecteurs et translations • Égalité vectorielle • Composition de deux translations ; somme de deux vecteurs • Coordonnées d'un vecteur dans le plan muni d'un repère • Composition de deux symétries centrales	
	Rotation, angles, polygones réguliers • Images de figures par une rotation • Polygones réguliers • Angles inscrit	

Tableau 1 : la répartition des propositions d'usages de la GD dans les contenus des travaux géométriques des programmes du collège

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

1.1. En classe de 6e

L'objectif fondamental annoncé est « la description et le tracé de figures simples » et une importance est attachée à l'usage des instruments de dessin et de mesure. Le programme propose cela dans les deux environnements : papier-crayon et informatique :

> « Les travaux géométriques prennent appui sur l'usage des instruments de dessin et de mesure, y compris dans un environnement informatique ».

Dans cette phrase, l'environnement informatique est proposé alternativement à l'environnement papier-crayon. Ses potentialités ne sont en revanche pas du tout évoquées.

Dans la présentation du programme de 6e, une réflexion est faite sur le rôle des "instruments modernes" comme facilitateurs de mise en œuvre:

> « Ces programmes sont construits de manière à permettre une acquisition et un approfondissement progressifs des notions sur toute la durée du collège. Leur mise en oeuvre sera grandement facilitée par l'emploi des instruments modernes de calcul, de dessin et de traitement (calculatrices, ordinateurs) ».

Les travaux géométriques sont séparés en quatre contenus et des usages de la GD sont proposés dans les deux contenus suivants :

- Reproduction de figures planes simples : ici encore, les apports de l'environnement informatique ne sont pas discutés et il est proposé comme alternativement à l'environnement papier-crayon :

  « Les travaux de construction d'une figure, à l'aide d'instruments ou dans un environnement informatique, s'appuieront sur sa définition ou certaines de ses propriétés »

- Parallélépipède rectangle : description, représentation en perspective, patrons. Concernant ce contenu relatif à la géométrie dans l'espace, nous constatons que la recommandation est plus significative en évoquant des apports à la visualisation des objets de l'espace :

  « La manipulation et la construction de parallélépipèdes rectangles conduiront à la réalisation de patrons et à des représentations en perspective. L'usage d'outils informatiques (logiciels de géométrie dans l'espace…) peut permettre de mieux visualiser les différentes représentations d'un objet ».

1.2. En classes de 5e et de 4e

L'étude des figures planes, la familiarisation avec les représentations de figures de l'espace et l'apprentissage progressif de la démonstration occupent une place importante dans les programmes du cycle central du collège. Comme pour la classe de 6e, dans le programme de

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

5e nous retrouvons la même mention « y compris dans un environnement informatique » concernant la construction des figures :

> « Les travaux de géométrie plane prennent toujours appui sur des figures, dessinées suivant les cas à main levée ou à l'aide des instruments de dessin et de mesure, y compris dans un environnement informatique ».

Dans les deux niveaux d'enseignement les travaux géométriques sont proposés en quatre contenus. En 5e, un seul contenu inclut une recommandation aux usages de la GD, et en 4e, rien n'est mentionné à ce propos.

- Prismes droits, cylindres de révolution : en 5e, en faisant référence à un contenu voisin « parallélépipède rectangle : description, représentation en perspective, patrons », les rédacteurs des programmes rappèlent les apports de la GD dans la visualisation des objets dans l'espace :

  « L'usage d'outils informatiques (logiciels de géométrie dans l'espace) peut se révéler utile pour une meilleure visualisation des différentes représentations d'un objet »

1.3. En classe de 3e

Les objectifs du programme de 3e en géométrie prolongent ceux des classes antérieures du collège :

> « Représentation d'objets usuels du plan et de l'espace ainsi que leur caractérisation, calcul de grandeurs attachées à ces objets, poursuite du développement des capacités de découverte et de démonstration, mises en oeuvre en particulier dans des situations non calculatoires »

Parmi les cinq contenus, seul, dans « Propriété de Thalès » nous rencontrons des propositions d'usages de la GD :

- Propriété de Thalès : dans les commentaires, les rédacteurs évoquent la possibilité de créer des situations reliées au théorème de Thalès grâce à l'utilisation d'un logiciel de construction géométrique. L'attention est particulièrement attirée à la mise en évidence de la conservation des rapports lors des activités d'approche de la propriété.

2. La GD dans les documents d'accompagnement

Dans tous les accompagnements des programmes de collège nous trouvons des commentaires relatifs aux usages de la GD dans des parties consacrées à l'informatique :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

2.1. En classe de 6e

Dans une partie, le titre « Place des calculatrices et de l'informatique » regroupe deux sous-titres tels que « calculatrices » et « ordinateurs ». Concernant les ordinateurs, il est évoqué que leur utilisation peut apporter une aide importante pour l'apprentissage des mathématiques. Cette aide n'est explicitée que par la possibilité de permettre un travail plus individualisé aux élèves. Il est aussi mentionné que les logiciels de construction géométrique permettent une approche plus dynamique des figures, pouvant ainsi contribuer à l'initiation au raisonnement sur les objets théoriques de la géométrie.

2.2. En classes de 5e et de 4e

Une partie du document d'accompagnement porte le titre « ordinateur ». Les potentialités des logiciels de GD sont commentées de façon assez rapide. L'accent est mis particulièrement sur l'apport de ces logiciels dans l'apprentissage de la notion de figure géométrique. On note qu'il est possible de déplacer les points, tout en conservant les propriétés. Cette fonctionnalité n'est pas explicitée d'avantage d'un point de vue technique. Il est précisé qu'elle permet de mettre en évidence les propriétés dans les figures et qu'elle offre ainsi une vision plus générale de la figure. Ensuite, il est ajouté que cet aspect des logiciels peut faciliter l'accès à des conjectures, au raisonnement et à la démonstration. Il est aussi précisé que les logiciels de géométrie dans l'espace peuvent aussi contribuer à une meilleure perception des figures.

Sur un plan général, l'usage d'ordinateurs dans l'enseignement des mathématiques est vu comme contribuant d'une part, à la formation générale des élèves en les familiarisant avec les objets et les actions courantes (gestion des fichiers, la sauvegarde, l'impression…), et d'autre part, à l'enrichissement de l'enseignement par les possibilités d'échanges de toute nature dans les réseaux informatiques.

2.3. En classe de 3e et dans tout le collège

A la différence des documents d'accompagnement des classes antérieures du collège, celui-ci comporte une partie « l'outil informatique et l'enseignement des mathématiques » valable pour tout le collège dans laquelle nous rencontrons davantage d'explications sur les usages possibles, soutenues par des exemples :

> «En effet, il est apparu souhaitable, pour une meilleure lisibilité, de rassembler dans une deuxième partie des commentaires, illustrés par des exemples, sur « l'outil informatique et l'enseignement des mathématiques », commentaires valables pour l'ensemble du collège ».

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Avant de commenter cette partie, notons que la mention apparue dans les programmes des classes de 6e et 5e est reprise également en 3e :

> « […] la pratique du dessin des figures aussi bien à main levée qu'à l'aide des instruments de dessin et de mesure, y compris dans un environnement informatique ».

Rappelons que l'environnement informatique est proposé dans les programmes alternativement à l'environnement papier-crayon sans que des potentialités spécifiques soient précisées.

La partie « l'outil informatique et l'enseignement des mathématiques au collège » regroupe trois titres : « le calcul », « les fonctions » et « les constructions géométriques ». Le dernier titre ne concerne pas seulement les constructions géométriques, mais aussi, dans l'introduction de cette partie, des explications relativement riches et variées sur les usages de la GD par rapport à l'ensemble des documents que nous avons exploités jusque là.

Dans l'introduction, il est en effet précisé que l'évolution de l'informatique notamment en terme de qualité des logiciels, facilité d'utilisation et abaissement des coûts en favorise grandement l'emploi dans les collèges. Dans un premier temps, sans donner d'exemples, le texte met l'accent sur les richesses d'application et l'aide que la pratique de l'informatique peut apporter aux apprentissages. Les logiciels de construction géométrique offrent selon les rédacteurs, d'une part des possibilités d'expérimentation nouvelles dans le domaine géométrique, et d'autre part, contribuent à la formation scientifique des élèves. Dans un dernier temps, quelques exemples d'utilisation de ces logiciels sont fournis. L'attention est attirée sur la possibilité de varier les figures "à l'infini" permettant de reconnaître visuellement des propriétés des figures et puis de conjecturer le résultat. Les apports concernant également la phase de conjecture préalable à la démonstration sont mentionnés :

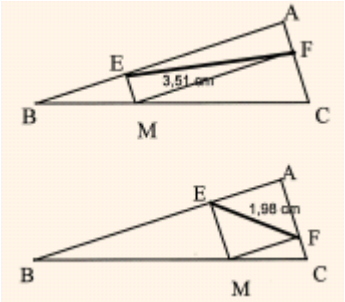
> « Les logiciels de géométrie permettent de varier "à l'infini" les cas de figure dans une situation donnée. Par exemple, la construction de plusieurs figures dans le cas où l'on compose des symétries centrales permet de reconnaître visuellement des parallélismes, ce qui conduit à conjecturer le résultat. La mise en oeuvre de propriétés comme celle des milieux des côtés d'un triangle permet une démonstration qui prendra du sens pour l'élève à travers ses expériences de constructions préalables ».

Les commentaires sous le titre « les constructions géométriques » fournissent des informations sur certaines fonctionnalités et potentialités des logiciels de GD, illustrées et commentées par des exemples. Les logiciels de construction géométrique permettent selon les rédacteurs :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

- « la mise en évidence de relations entre les éléments d'une figure ; elles doivent être explicitées par l'élève pour la dessiner » : il nous semble que la possibilité de choix de différents outils dans les menus des logiciels laissée à l'élève, joue ici un rôle important : il explicite son tracé par la désignation des outils à sa disposition et observe ce que ceci implique en terme de relation entre les éléments d'une figure.
- « d'observer une figure sans la reconstruire, lorsque l'on déplace par exemple un de ses points, afin de repérer des propriétés conservées et d'énoncer des conjectures. Ils constituent un moyen puissant d'exploration des figures, facilitent l'observation des propriétés (alignement, conservation de directions, concours de droites, etc.) » : l'accent est mis sur la fonctionnalité de *déplacement* permettant d'observer les propriétés d'une figure et ensuite d'émettre des conjectures. Cela est traduit comme un moyen puissant d'exploration des figures qui facilite ainsi l'identification des propriétés géométriques. Les auteurs ajoutent par la suite que l'apparition des propriétés grâce au *déplacement* provoque des questions qui motivent et préparent à la démonstration.
- « la mise en place de situations qui pourraient paraître complexes, mais auxquelles la dynamique de la figure permet de donner du sens » : on évoque la possibilité de créer des tâches complexes et riches en situation. L'environnement GD, par son adaptabilité à la réalisation de ce genre de situation en classe, fournit des fonctionnalités favorisant leur solution. Nous rapportons ci-dessous un exemple illustré dans ce document qui met en lumière les fonctionnalités et les potentialités des logiciels de GD par rapport à l'environnement papier/crayon :

En voici un exemple que l'on peut traiter en classe de 3e :



ABC est un triangle rectangle en A, et M un point de l'hypoténuse [BC]. Les perpendiculaires à [AB] et [AC] passant par M coupent [AB] en E et [AC] en F. Où placer M pour que la distance EF soit la plus petite possible ?

Une fois la construction réalisée, le logiciel permet d'afficher la distance EF qui varie quand on déplace M sur [BC], on peut facilement invalider les conjectures qui apparaissent fréquemment sur papier (le milieu ou les points B et C). Si le triangle ABC construit par l'élève est trop particulier, on peut le déformer (tout en le conservant rectangle). Le logiciel permet à l'élève d'observer que le point M peut être placé n'importe où sur [BC], que son déplacement modifie la longueur EF et ainsi de comprendre le problème posé. En déplaçant M l'élève peut aussi observer les invariants de la figure (ici que le quadrilatère MEAF est toujours un rectangle). L'observation du rectangle conduit à la solution (le pied de la hauteur) et à la démonstration.

Figure 4 : un extrait du document d'accompagnement des programmes du 3e

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

- « de choisir les outils fournis à l'élève (pour certains logiciels), en limitant les commandes mises à sa disposition » : il s'agit ici de la possibilité de personnaliser les menus de certains logiciels de GD. L'enseignant a le choix de désactiver des outils selon l'objectif qu'il a fixé à la situation mise en jeu. Cette possibilité, selon les auteurs, aide à mobiliser chez l'élève, ses connaissances relatives aux propriétés géométriques. Concernant la modification de menus, la possibilité de créer des outils (par exemple « macro-construction » dans Cabri) n'est pas abordée.

3. Synthèse

Dans les programmes, les propositions d'usages de la GD apparaissent dans peu de contenus : sur 17 contenus de travaux géométriques au collège, 4 recommandent ces usages de façon ponctuelle. Pour la classe de 4e rien n'est mentionné. Pour les classes de 6e, 5e et 3e certaines propositions de travaux géométriques mentionnent « … y compris dans un environnement informatique ». C'est pour nous l'indice que, globalement, l'environnement informatique est vu par les rédacteurs des programmes comme pouvant être utilisé alternativement à l'environnement papier-crayon, sans que des potentialités spécifiques soient soulignées. Par exemple, en 6e les auteurs recommandent l'usage d'instruments aussi bien que de logiciels de construction géométrique pour des activités de reproduction de figures en vue de dégager des définitions ou propriétés. Ils ne distinguent pas les apports spécifiques de ces deux types d'instrument.

Cependant, certains usages sont proposés, fondés sur des potentialités spécifiques qui restent toutefois implicites. En 6e et en 5e, dans deux contenus relatifs à la géométrie dans l'espace, l'apport des logiciels de géométrie dans l'espace est cité pour une meilleure visualisation des objets marquant ainsi une différence avec l'environnement usuel. Il n'est cependant pas précisé en quoi cette visualisation est meilleure.

En 3e, il est proposé au professeur de créer avec la GD des situations reliées au théorème de Thalès. Nous pensons qu'il s'agit de situations permettant de mettre en évidence la conservation de l'égalité des rapports de distance pour un point décrivant un côté d'un triangle. Il s'agit donc d'exploiter le déplacement d'objets pour considérer une multitude de configurations en vue d'une conjecture. Nous constatons que ces potentialités, sous-jacentes aux situations proposées, ne font pas l'objet d'une explicitation dans le programme.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Ainsi, l'environnement d'enseignement privilégié est celui de papier-crayon et les recommandations vers les usages de la GD demeurent très ponctuelles. L'objectif principal des programmes de collège est de faire passer les élèves progressivement d'une géométrie d'observation à une géométrie de déduction. Dès la classe de 6e, cela est formulé comme suit : « passer de l'identification perceptive (la reconnaissance par la vue) de figures et de configurations à leur caractérisation par des propriétés ». Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, la GD pourrait largement contribuer à ce passage, mais cette contribution est très peu mentionnée dans les programmes.

A la différence des programmes, les documents d'accompagnement réservent une place significative à la GD dans certaines parties. En particulier, dans le document d'accompagnement de 3e, on trouve dans une partie valable pour tout le collège, des exemples de situations mettant explicitement en valeur certaines fonctionnalités et potentialités des logiciels de GD. Les documents d'accompagnement comblent ainsi des lacunes importantes des programmes : La GD offre une approche plus dynamique des figures, elle est proposée en 6e dans l'initiation au raisonnement sur les objets théoriques. En 5e et 4e les apports de la GD sont cités pour l'apprentissage de la notion de figure géométrique. Cela est explicité par la fonctionnalité de *déplacement* qui facilite également l'accès à des conjectures, au raisonnement et à des démonstrations. L'usage des logiciels de géométrie dans l'espace est proposé pour une meilleure perception des figures.

En 3e, comme nous l'avons précisé plus haut, les commentaires valables pour tout le collège sont illustrés à l'aide d'exemples d'usages de la GD. La GD offre des moyens d'expérimentation selon les auteurs. La possibilité de varier les figures à l'infini permet la reconnaissance des propriétés géométriques, ainsi de conjecturer le résultat et de le démontrer par la suite. Le rôle du *déplacement* est précisé notamment dans l'observation des propriétés, l'exploration des figures, facilitant l'émission des conjectures et préparant à la démonstration. Sont illustrées également, les possibilités de réaliser des situations riches et complexes en classe, par les fonctionnalités et adaptabilités de la GD favorisant leur création et solution.

Par ailleurs, programmes et accompagnement soulignent des potentialités plus générales concernant l'usage des ordinateurs : il permet un travail individualisé à l'élève, apporte une aide importante pour l'apprentissage des mathématiques, contribue à la formation générale/scientifique des élèves et à l'enrichissement de l'enseignement.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Conclusion

Les programmes signalent la possibilité d'utiliser la GD sans toutefois donner des pistes précises et sans expliciter les apports spécifiques (potentialités) dans les différents usages. Les documents d'accompagnement développent davantage certains usages et explicitent des potentialités. Il est certes normal que les documents d'accompagnement soient plus explicites que les programmes. Il nous semble cependant que ces documents explicitent des potentialités qui ne sont pas du tout présentes dans les programmes.

Ainsi ces deux documents sont marqués par des conceptions différentes de rapports entre instruments et apprentissages. Pour les programmes, l'usage d'outils informatiques est une concession à la pression sociale, mais n'a pas d'influence spécifique sur les notions et leur apprentissage. Ils sont ainsi marqués par une conception dominante dans les mathématiques et leur enseignement, l'indépendance des notions par rapport à leurs représentations et aux outils employés pour les manipuler. Notons cependant le cas particulier de la géométrie dans l'espace, où les possibilités offertes par visualisation sont signalées. Cela ne remet pas en cause notre interprétation, car, particulièrement au collège, la géométrie dans l'espace reste considérée à un niveau préthéorique n'ayant pas les mêmes enjeux pour la formation scientifique que la géométrie plane.

Les documents d'accompagnement marquent une certaine rupture avec cette conception en précisant les usages et en explicitant les fonctionnalités et potentialités associées. Alors que les contenus des programmes sont en quelque sorte la "loi" que tout enseignant doit connaître et appliquer, les documents d'accompagnement sont davantage des "incitations" connues souvent seulement par les enseignants les plus attentifs aux évolutions et les formateurs. Ceci montre bien l'ambiguïté de la position institutionnelle. La position "officielle" concède l'usage de l'ordinateur à la pression sociale, sans lui reconnaître une spécificité relative aux apprentissages. Parallèlement l'institution développe dans les documents d'accompagnement un travail d'adaptation des résultats de recherche aux contenus de collège, ce travail restant cependant au niveau de l'incitation et s'adressant seulement à une frange d'enseignants.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Chapitre IV

Analyse des manuels scolaires

Introduction

Le but de ce chapitre est d'identifier les choix des auteurs des manuels concernant les usages de la GD dans les contenus relatifs aux travaux géométriques. Les manuels s'appuient sur les programmes, nous rechercherons alors également, dans quelle mesure ils prennent en compte les incitations des instructions officielles relatives aux usages de la GD. A travers cette étude, nous approcherons de plus près les pratiques d'enseignement. En effet d'une part, davantage que les programmes, les manuels intègrent certaines contraintes de l'enseignement, comme par exemple l'ordre de présentation du savoir et la nécessité d'adapter les activités à la réalité des classes. D'autre part, les rédacteurs des manuels sont majoritairement des enseignants. Il est donc possible de considérer un manuel comme le reflet d'une vision d'enseignants experts.

Dans les sections suivantes, tout d'abord nous expliciterons notre choix relatif au recueil de données et la méthode d'analyse adoptée (deux premières sections). Par la suite, dans la troisième section, seront exposés, les résultats d'une étude quantitative sur ces données portant sur les écarts entre manuels et l'évolution selon périodes d'édition, les usages de la GD proposés, et enfin, l'écart entre les manuels et les programmes.

La quatrième section s'intéresse aux types d'exploitation de la GD proposés dans les manuels, afin de repérer la façon dont les apports potentiels de la GD sont pris en compte dans les tâches proposées.

Enfin, nous présenterons le discours sur la GD dans les manuels et livres du professeur, que nous considérons comme un indicateur de la façon dont les auteurs voient les potentialités de la GD.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

1. Choix des manuels

Dans le chapitre précédent, nous avons étudié les programmes de collège qui étaient en vigueur lors de l'observation dans le cadre de notre expérimentation. Pour les mêmes raisons, nous avons alors pris en considération les manuels conformes à ces programmes.

Au collège, il existe une large gamme de manuels de différentes maisons d'éditions qui peuvent avoir plusieurs collections. Les programmes étant entrés en vigueur à partir de 1996 et les manuels pouvant être renouvelés tous les quatre ans, les collections proposent généralement deux éditions successives. Il existe ainsi approximativement 70 ouvrages. Il n'existe pas de critères permettant d'étudier un échantillon représentatif. C'est pourquoi nous avons plutôt visé l'exhaustivité : nous avons considéré 69 manuels à l'issue d'une recherche systématique de manuels, d'une part, dans les bibliothèques au sein de l'IREM de Paris 7 et de l'IUFM de Paris, et d'autre part, chez des libraires scolaires. Ce nombre correspond à la quasi-totalité des manuels disponibles dans l'éducation scolaire. Pour en avoir la certitude nous avons consulté les sites d'Internet des maisons d'édition de manuels ou pris des renseignements nécessaires en les contactant par téléphone ou sur place.

Nous avons questionné les propositions d'usages de la GD que les manuels de ce corpus intègrent (ou n'intègrent pas) en comparant les collections, les quatre niveaux dans une même collection et les deux éditions de façon à repérer des différences, des écarts et des évolutions.

Nous n'avons pas considéré systématiquement les livres du professeur. En effet, dans les manuels, les tâches données aux élèves sont généralement suffisamment explicites (rubriques détaillées, exercices proposés suivant la progression) pour qu'il soit possible de connaître les intentions des auteurs. Néanmoins, de façon à compléter notre étude, particulièrement dans le cas où les propositions d'usages de la GD sont rares ou absentes dans les manuels, nous avons également exploité certains livres du professeur, afin de faire un repérage du discours sur les usages de la GD.

2. Constitution des données et méthode d'analyse

2.1. Structuration du contenu d'un manuel : chapitres, rubriques

Le contenu mathématique d'un manuel scolaire est en général divisé en « chapitres », et un chapitre d'un manuel est structuré à l'aide de différentes « rubriques ». Il nous a semblé

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

intéressant d'étudier la répartition des propositions de la GD dans chacune de ces rubriques compte tenu de leur contenu que nous développons dans la suite.

L'organisation des rubriques d'un chapitre se différent d'un manuel à un autre (selon la collection ou édition). De façon à pouvoir comparer les données, nous avons alors essayé de regrouper les rubriques des manuels en trois grandes rubriques en référence à leur contenu, tels qu'activités (A), cours (C) et exercices (E). Illustrons ceci par quelques exemples :

1. rubrique d'activités : « Pour bien démarrer le chapitre », « Activités »…
2. rubrique de cours : « L'essentiel », « Savoir faire », « Méthodes »…
3. rubrique d'exercices : « Exercices (d'entraînement, d'approfondissement…) », « Pour préparer le contrôle », « Problèmes du brevet »…

En règle générale, un chapitre d'un manuel de collège débute donc par des activités préparatoires à l'étude de la notion du chapitre, destinées en principe à un travail collectif en classe. Cela est suivi par des rubriques de cours dans lesquelles les notions fondamentales du chapitre sont illustrées par des exemples. Enfin, sous la rubrique d'exercices sont proposés aux élèves, des tâches d'application ou de renforcement de différents niveaux.

Ces descriptions reflètent d'une manière générale les intentions des auteurs de manuels. Ceci nous a permis de définir les "principaux acteurs des usages de la GD" (quand cela existe) quant à chacune de trois rubriques :

- activités pour un travail collectif en classe, piloté par l'enseignant (usage enseignant)
- cours pour une étude en classe ou à la maison (usage enseignant/élève)
- exercices pour réviser à la maison (usage élève)

Quelle que soit la rubrique dans laquelle se trouvent les propositions d'usages de la GD, les usages peuvent être aussi bien en classe qu'à la maison, ou vice versa. Cela dépend des pratiques habituelles de chaque enseignant.

La structuration commune à tous les manuels telle que « A, C, E » nous a permis d'étudier la répartition des propositions d'usages de la GD dans les rubriques. Comme nous l'avons déjà dit, nous souhaitons voir comment les manuels prennent en compte les incitations des programmes vers les usages de la GD. Le contenu d'un chapitre de manuel est relatif à un (ou une partie du) contenu d'enseignement préconisé par les programmes. Nous avons alors pris en considération les chapitres d'un manuel distinctement, de façon à repérer la répartition des propositions d'usages de la GD dans chacun.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

2.2. Indicateurs de propositions d'usages de la GD et leur quantification

Dans les pages des manuels, nous avons cherché des "indicateurs" de propositions d'usages de la GD. Ces indicateurs se diffèrent d'un manuel à un autre : logos (ordinateur, CD-ROM, disquette), captures d'écran d'un logiciel de GD, titres ou textes incluant des propositions d'usages de la GD. Le relevé de ces indicateurs nous a permis de voir par exemple, si les propositions d'usages de la GD figurent de façon identifiée (logo) ou non (texte "caché" dans l'énoncé) ou alors, si on donne un statut particulier à la GD en la proposant sous des titres ou rubriques distinctes.

Du fait du nombre de manuels considérés pour l'analyse, au premier abord, nous avons choisi d'exploiter les données quantitativement. Une question majeure a porté sur la méthode de quantification des propositions. Pour les rubriques relatives aux exercices cela n'a pas posé de problème, dans tous les manuels les exercices sont numérotés et ceci nous a servi d'outils de comptage. En revanche, pour les rubriques d'activités et de cours, souvent, la structuration du contenu n'est pas seulement faite à l'aide d'une numérotation, mais aussi à l'aide de titres. Dans ce cas, nous avons défini des unités de façon à ce qu'elles soient équivalentes dans tous les manuels.

2.3. Conception des grilles d'analyses

Afin de pouvoir comparer et étudier les données relatives à notre corpus, nous avons conçu trois grilles d'analyse. La *première grille* rassemble les données de base de tout le corpus, dont les items sont les suivants :

- références des manuels analysés : maison d'édition, collection, classe, année, période d'édition ;
- présence de la GD dans les manuels (oui/non) : marquage (oui/non), nature du marquage ;
- existence d'un support informatique (oui/non) : nature du support

Dans la *deuxième grille* nous avons inséré exclusivement les données relatives aux manuels qui intègrent des propositions d'usages de la GD. Les items sont les suivants :

- références des manuels intégrants des propositions d'usages de la GD (idem) ;
- chapitres relatifs aux contenus de travaux géométriques ;
- rubriques d'activités, de cours, d'exercices : nombre de propositions d'usages de la GD, nombre total de propositions (d'activités, de cours, d'exercices), taux de propositions d'usages

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

de la GD (le pourcentage des propositions d'usages de la GD dans chacune des rubriques A, C, E d'un chapitre par rapport au nombre total des tâches que ces rubriques intègrent)

La *troisième grille* renseigne sur le contenu des supports informatiques (CD-ROM, disquette, site d'Internet) des manuels.

Nous avons conçu ces grilles à l'aide du logiciel Excel. Grâce à ses fonctionnalités comme filtres, calculs, sous-totaux, tableaux croisés, ce logiciel nous a permis de manipuler les données de manière à obtenir des résultats et à les interpréter en fonction des questions que nous nous sommes posés. Les grilles se trouvent en annexe de la thèse (cf. Annexe 2). La section suivante présente un repérage quantitatif des différents items des grilles.

3. Repérage quantitatif

3.1. Vue générale sur les données recueillies

Les 69 manuels examinés correspondent aux quatre niveaux d'enseignement du collège, de 9 maisons d'éditions et de 18 collections différentes (cf. Annexe 2 : première grille). En général, les collections sont "complètes". Il s'agit des collections qui réunissent des manuels relatifs aux quatre niveaux d'enseignement du collège. Il existe aussi, des collections "incomplètes" qui ne se composent que de trois, deux ou alors d'un seul manuel de collège. Comme signalé plus haut, nous distinguons deux périodes d'édition de manuels :

- **Edition I** (32 manuels) : 1996 pour la 6e, 1997 pour la 5e, 1998 pour la 4e, 1999 pour la 3e.
- **Edition II** (37 manuels) : 2000 pour la 6e, 2001 pour la 5e, 2002 pour la 4e, 2003 pour la 3e (sauf exception : manuels HACHETTE-Diabolo 4e en 2003, 3e en 2004).

Certaines collections existent en deux périodes d'édition. Ceci nous permettra d'observer les variations entre les deux éditions d'une même collection. Dans le Tableau 2 ci-dessous, nous exposons la liste des manuels et livres du professeur étudiés, accompagnée de support informatique existant selon le cas. Nous avons fourni un premier aperçu des manuels n'intégrant pas de proposition relative à la GD (marqués en barré). Par la suite, nous présentons les résultats dégagés de notre étude quantitative.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Edition	Période d'édition I			Période d'édition II		
Collection	**Classe/Année**	**LP**	**Support informatique**	**Classe/Année**	**LP**	**Support informatique**
BELIN	~~6e 1996~~		ϕ	6e 2000		CD-rom P
Décimale/N.Décimale	~~5e1997~~		ϕ	5e 2001		CD-rom P
	4e 1998		Disquette P	4e 2002		CD-rom P
	3e 1999		CD-rom P	3e 2003		CD-rom P/E
~~**BORDAS**~~	ϕ		ϕ	~~6e 2000~~	+	CD-rom /Disquette P
Gramain						(sans GD)
BORDAS	ϕ		ϕ	4e 2002		ϕ
Médiamath						
BORDAS	6e 1996		ϕ	6e 2000		CD-rom/Disquette P
Serra	5e 1997		ϕ	5e 2001		ϕ
	4e 1998		ϕ	ϕ		ϕ
	3e 1999	+	ϕ	3e 2003		ϕ
BREAL	~~3e 1999~~		ϕ	3e 2003	+	ϕ
Trapèze						
~~**DELAGRAVE**~~	~~6e 1996~~		ϕ	ϕ		ϕ
Math	~~5e 1997~~	+	ϕ	ϕ		ϕ
DIDIER	ϕ		ϕ	~~6e 2000~~	+	ϕ
Dimathème	~~5e 1997~~		ϕ	5e 2001		ϕ
	~~4e 1998~~		ϕ	4e 2002		ϕ
	~~3e 1999~~	+	ϕ	3e 2003		CD-rom E
HACHETTE	~~6e 1996~~	+	ϕ	6e 2000		ϕ
Cinq sur cinq	~~5e 1997~~	+	ϕ	5e 2001		ϕ
	4e 1998	+	ϕ	4e 2002		ϕ
	3e 1999		ϕ	3e 2003		ϕ
HACHETTE	ϕ		ϕ	4e 2003		ϕ
Diabolo	ϕ		ϕ	3e 2004		Site Internet P/E
~~**HACHETTE**~~	~~4e 1998~~		ϕ	ϕ		ϕ
~~**Tout simplement**~~	~~3e 1999~~	+	ϕ	ϕ		ϕ
~~**HATIER**~~	~~6e 1996~~	+	ϕ	ϕ		ϕ
~~**Le nouveau Pythagore**~~	~~5e 1997~~		ϕ	ϕ		ϕ
	~~4e 1998~~		ϕ	ϕ		ϕ
	~~3e 1999~~		ϕ	ϕ		ϕ
HATIER	ϕ		ϕ	~~6e 2000~~		ϕ
Les petits manuels Hatier	ϕ		ϕ	~~5e 2001~~		ϕ
	ϕ		ϕ	4e 2002		ϕ
	ϕ		ϕ	3e 2003		ϕ
~~**HATIER**~~	ϕ		ϕ	~~3e 2003~~		Site Internet P/E
~~**Multimath**~~						
HATIER	~~6e 1996~~	+	ϕ	~~6e 2000~~		ϕ
Triangle	~~5e 1997~~	+	ϕ	~~5e 2001~~		ϕ
	4e 1998		ϕ	4e 2002	+	CD-rom P/E
	3e 1999		ϕ	3e 2003	+	CD-rom P
MAGNARD	ϕ		ϕ	~~6e 2000~~		ϕ
Maths	ϕ		ϕ	~~5e 2001~~		ϕ
	ϕ		ϕ	4e 2002		ϕ
	ϕ		ϕ	3e 2003		ϕ
NATHAN	~~6e 1996~~		ϕ	~~6e 2000~~	+	CD-rom P
N.Transmath/Transmath	~~5e 1997~~	+	ϕ	~~5e 2001~~	+	CD-rom P/E
	4e 1998	+	CD-rom P	4e 2002		CD-rom P/E-Site P
	3e 1999	+	CD-rom P	3e 2003		CD-rom P/E-Site P

Légende : ~~Barré~~ : pas de proposition de GD ; + : étudié ; ϕ : n'existe pas ; P : professeur ; E : élève ; LP : livre du professeur

Tableau 2 : liste des données analysées

Précisons que dans la suite du chapitre, nous citerons un manuel en référence à sa période d'édition. Voici un exemple : BELIN-Décimale (I).

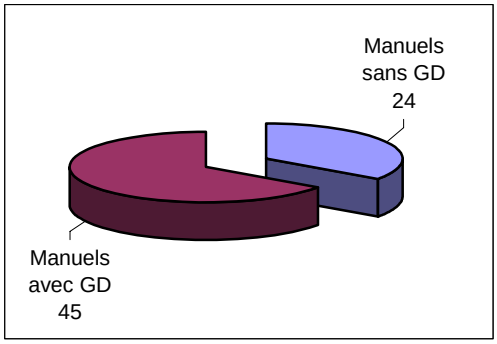
3.2. Ecart entre manuels, évolution selon périodes d'édition

En premier lieu, dans les pages de tous les manuels de notre corpus, nous avons mené une recherche élaborée de discours ou d'indicateurs relatifs à la GD. Le Tableau 2 montre que 5 collections de 4 maisons d'édition n'incluent aucune proposition à l'utilisation de la GD

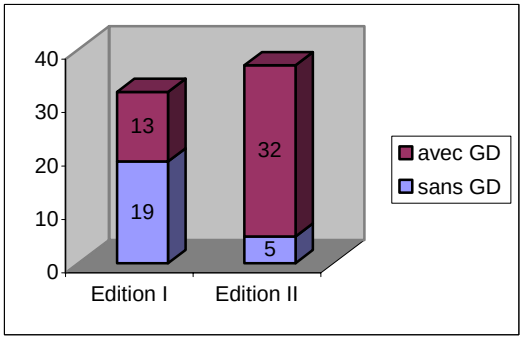
tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

(celles qui sont barrées dans la première colonne). Elles sont absentes également dans les 14 manuels de 13 collections restantes (ceux qui sont barrés seulement dans les colonnes « Edition I et II »). Alors au total, 24 manuels n'incluent aucune proposition relative à la GD, représentant plus d'un tiers des manuels. Il s'agit particulièrement des manuels de la colonne « Edition I ». Dans cette colonne il y a 32 manuels, dont 19 barrés. Si nous examinons de près cette colonne, les manuels barrés se trouvent en général dans les premières années d'une collection, soit en 1996 et 1997. Le fait que la colonne « Edition II » inclut 37 manuels dont seulement 5 barrés, montre une évolution des manuels dans la période d'édition II par rapport à la période d'édition I.

Représentons ces résultats par les graphiques suivantes :



Graphique 1 : l'écart entre les manuels



Graphique 2 : l'évolution des manuels selon les périodes d'édition

A noter également que, concernant plus particulièrement les collections éditées en deux périodes nous constatons une tendance à inclure la GD dans la période II. De plus, dans la dernière période, les manuels sont accompagnés de plus en plus de supports informatiques. Cette tendance peut être justifiée par l'évolution de la technologie et la possibilité croissante d'y accéder les dernières années, d'une part, dans les établissements scolaires, et d'autre part, dans les foyers des enseignants et des élèves.

3.3. Proposition "symbolique" d'usages de la GD

Nous avons focalisé notre attention au degré d'évolution des manuels que nous venons d'évoquer dans le paragraphe précédent. De quoi s'agit-il vraiment ? De quelle façon figure la GD dans les 45 manuels, quels usages sont proposés? Notre *deuxième grille* nous a permis de faire une étude plus détaillée, notamment en explorant les rubriques (d'activités, de cours et d'exercices, cf. § 2.1) de tous les chapitres de ces manuels. Voici ci-dessous un tableau récapitulatif des résultats (numérotés de 1 à 4) que nous commentons par la suite :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

N°	Rubriques / Résultats	Activités	Cours	Exercices	En tout
1	Nombre de manuels insérant la GD dans les rubriques correspondantes	20	7	42	**45**
2	N-GD dans tous les manuels	114	48	839	**1001**
	N-T dans tous les manuels	868	375	19298	**20541**
	Moyenne N-GD par N-T (%)	13,13 %	12,8 %	4,35 %	**4,87 %**
3	Moyenne N-GD par manuel (%)	15,45 %	14,1 %	4,46 %	**4,5 %**
4	N-GD intégrant seulement une capture d'écran d'un logiciel de GD	20	14	6	**40**
Légende : N-GD : nombre de propositions d'usages de la GD ; N-T : nombre de tâches					

Tableau 3 : résultats principaux relatifs à la proportion des propositions d'usages de la GD dans les rubriques

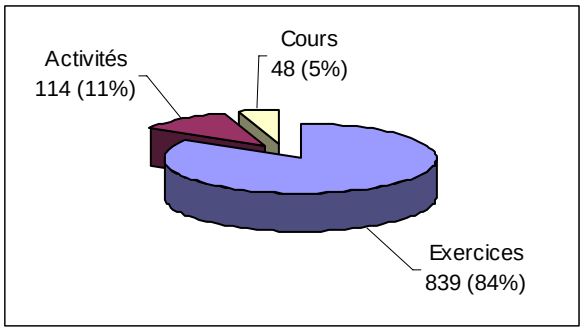
Avant de commenter ces résultats, précisons que relative à une ou deux rubriques des manuels, si un manuel n'intègre aucune proposition d'usages de la GD dans aucun de ses chapitres, ces données sont considérées comme "nulles" et ne sont pas prise en compte dans les calculs. Voici un extrait de la *deuxième grille* :

	Référence du manuel					Chapitre	A-GD	*	A	A-GD%	C-GD	*	C	C-GD%	E-GD	*	E	E-GD%
	Edition	Collection	C	AE	PE													
1	Belin	Décimale	4e	1998	I	Figure et distance									9		75	12,00 %
1	Belin	Décimale	4e	1998	I	Figures et parallélisme									6		62	9,68 %
1	Belin	Décimale	4e	1998	I	Droites remarquables d'un triangle									12		74	16,22 %
1	Belin	Décimale	4e	1998	I	Triangle rectangle, cosinus d'un angle									10		109	9,17 %
1	Belin	Décimale	4e	1998	I	Pyramide, cône de révolution									2		66	3,03 %
1	Belin	Décimale	4e	1998	I	Translation									10		59	16,95 %
M 1										**0,00 %**				**0,00 %**				**11,17 %**

Figure 5 : un extrait de la *deuxième grille*

1. Beaucoup de manuels intègrent les propositions d'usages de la GD dans la rubrique d'exercices (42 manuels sur les 45). Alors que la rubrique d'activités en intègre dans 20 manuels et que la rubrique de cours seulement dans 7 manuels. Compte tenu de la nature des contenus de trois rubriques que nous avons déjà évoquée (cf. § 2.1), nous pouvons en déduire que les usages de la GD s'adressent dans une majorité de cas aux élèves.
2. Dans les trois rubriques, la proportion d'usages de la GD est faible. Elle représente 4,87 % des tâches proposées et cela diffère d'une rubrique à une autre. La majorité des propositions (84 %) se trouve sous la rubrique d'exercices, au total 839 exercices incluent la GD :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007



Graphique 3 : la répartition des propositions d'usages de la GD dans les rubriques des manuels

Ce résultat est légitime dans la mesure où l'on sait que les tâches dans les trois rubriques ne sont pas proportionnelles et que la rubrique d'exercices est celle qui domine le contenu d'un chapitre. Explicitons ce dernier : en ce qui concerne nos données, le nombre de propositions dans les rubriques d'activités et de cours varie respectivement entre 2-13 et 2-15. A la différence de ces deux rubriques, la rubrique d'exercices contient entre 33 et 110 propositions.

3. Les variations observées dans la *deuxième grille* ne sont pas régulières, par conséquent, elles ne permettent pas de dégager un résultat général sur l'évolution des manuels d'une édition à une autre, d'année après année. Considérant la proportion des propositions d'usages de la GD de chacun des manuels, d'une édition à une autre, parfois elle diminue, parfois elle augmente. Cette proportion est dans les rubriques d'activités, d'exercices et de cours respectivement en moyenne de 15,45 %, 14,1 % et 4,46 % par manuel.
4. Nous avons par ailleurs constaté une différence entre les deux premières rubriques et la rubrique d'exercices au niveau d'indicateurs de propositions d'usages de la GD. Certains indicateurs ne consistent qu'à une capture d'écran accompagnée d'une tâche qui n'intègre aucun vocabulaire spécifique à la GD comme par exemple « bouger » ou « déplacer ». Ce type d'indicateurs est présent en général dans les rubriques d'activités et de cours. Il représente dans ces rubriques respectives près d'1/6 et d'1/3 des propositions d'usages de la GD avec au total 34 propositions sur les 40. Nous pouvons expliquer ce résultat par deux hypothèses relatives aux intentions des auteurs de manuels :
   - <u>concernant la présence "significative" des captures d'écran dans les rubriques d'activités et de cours :</u> une volonté de laisser à l'enseignant une marge de manœuvre quant à l'utilisation de la GD en classe. Les indicateurs sont alors de nature "non contraignant", pouvant être interprétés comme un dessin (décoratif) ou une proposition d'usage de la GD. Les différents usages sont laissés à l'initiative de l'enseignant.
   - <u>concernant la présence "faible" des captures d'écran dans les rubriques d'exercices :</u> les élèves ont besoin en général des consignes explicites pour effectuer une tâche. Seule une capture d'écran ne serait donc pas suffisante pour utiliser un logiciel de GD.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Ces résultats confirment l'existence d'une faible quantité de propositions d'usages de la GD dans les manuels. Les propositions restent à un niveau "symbolique". Nous prenons ce terme au sens suivant : « Qui, tout en étant réel, n'a pas d'efficacité ou de valeur en soi, et n'est que le signe d'autre chose » (dictionnaire Robert). Les usages de la GD proposés dans les manuels sont réels, mais, leur faible apparition laisse penser qu'ils résultent d'une volonté de modernité et de prise en compte des incitations des instructions officielles vers les usages de la GD plutôt qu'une réelle intégration dans les activités géométriques. Dans la suite, nous étudions ce dernier point.

3.4. Ecart entre les manuels et les programmes

Dans ce paragraphe, nous avons essayé de comparer les manuels et les programmes, afin d'étudier comment les manuels prennent en compte les incitations des programmes vers les usages de la GD. Nous avons considéré seulement les manuels intégrant la GD, c'est-à-dire proposant des usages. Par conséquent, dans le Tableau 4, les cellules sont vides quand le manuel n'intègre aucune proposition d'usages de la GD dans quelque chapitre que ce soit, ou s'il n'existe pas pour un niveau d'enseignement d'une collection.

Pour les manuels intégrant la GD, nous avons relevé le nombre de propositions d'usages de la GD dans chaque chapitre, comme montré dans le Tableau 4. Ce relevé a été réduit aux chapitres correspondant aux travaux géométriques pour lesquels les programmes recommandent de façon explicite l'usage de la GD, c'est-à-dire :

- en 6e : parallélépipède rectangle : description, représentation en perspective, patrons ; Reproduction de figure plane simples ;
- en 5e : prismes droits, cylindres de révolution ;
- en 3e : propriété de Thalès ;

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

EDITION	Collection	6e			5e		4e	3e	
		Re	Pa	Au	Pr	Au	Au	Ta	Au
BELIN	Décimale (I)						49	16	42
	N. Décimale (II)	17	0	34	4	43	65	17	32
BORDAS	Médiamath (II)						23		
	Serra (I)	13	0	5	0	10	32	1	27
	Serra (II)	15	0	14	0	14		1	19
BREAL	Trapèze (II)							0	1
DIDIER	Dimathème (II)				1	7	7	7	31
HACHETTE	Cinq sur cinq (I)						31	4	20
	Cinq sur cinq (II)	13	0	25	0	14	20	2	6
	Diabolo (II)						105	6	37
HATIER	Les petits manuels Hatier (II)						12	1	6
	Triangle (I)						1	0	3
	Triangle (II)	3	0	7	0	2	13	0	1
MAGNARD	Maths (II)	8	1	9	4	19	21	2	8
NATHAN	N. Transmath (I)				1	3	6	2	2
	Transmath (II)	2	1	4	0	2	10	2	12

Légende : I et II : éditions I et II ; Re : reproduction de figures planes simples ; Pa : parallélépipède rectangle, description, représentation en perspective, patrons ; Au : autres ; Pr : prismes droits, cylindres de révolution ; Ta : propriété de Thalès.

Tableau 4 : repérage de la GD dans les manuels relatif aux contenus des programmes

Nous avons déjà constaté qu'il existe dans les manuels relativement peu de propositions d'usages de la GD. L'attention est alors attirée ici, non sur la faible quantité, mais sur la "non existence" de proposition d'usages de la GD dans les chapitres de géométrie dans l'espace où des usages sont pourtant recommandés par les programmes.

Ainsi, en 6e et 5e, les propositions dans les chapitres relatifs aux contenus « parallélépipède rectangle, description, représentation en perspective, patrons » et « prismes droits, cylindres de révolution » sont une fraction très faible.

Aussi bien en 6e qu'en 5e les programmes recommandent l'usage des logiciels de géométrie dans l'espace pour une meilleure visualisation des différentes représentations d'un objet. Dans l'enseignement de la géométrie ce qui relève des objets de l'espace est perçu comme plus complexe que ce qui relève des objets du plan. Un logiciel de géométrie du plan avec les objets et outils qu'il intègre, semble offrir un environnement plus familier aux élèves car plus proche du papier-crayon. Il est possible que ce choix provienne d'une certaine difficulté ressentie par les auteurs de manuels à l'égard de l'utilisation des logiciels de géométrie dans l'espace par des élèves. Nous pouvons également penser que des tâches de géométrie dans l'espace pour une réalisation en environnement GD soit difficile à mettre en œuvre pour les auteurs. Comme le montre l'analyse des programmes, les rédacteurs ne font que recommander des usages. Leur travail se diffère donc nettement du celui des auteurs de manuel. Ces derniers sont en effet chargés de concevoir des tâches adaptées à un public d'élèves et aux attentes institutionnelles, tout en étant conforme à leurs acquis professionnels.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

En 3e aussi dans les chapitres correspondant au contenu « propriété de Thalès » existent peu de propositions. Cependant, à la différence des manuels en 6e et 5e, nous constatons qu'en général la quantité de propositions augmente en fonction du nombre total de propositions existant dans le manuel.

4. Types d'usages de la GD

Précisons tout d'abord que nous n'avons pas effectué une analyse fine de chaque proposition, du fait du nombre élevé des données (987 propositions d'usages de la GD). D'une manière générale, nous avons observé deux types d'exploitation de la GD :

- exploitation de l'**aspect dynamique** de la GD : cet aspect correspond à la fonctionnalité de *déplacement* de la GD servant à illustrer une variété de cas de figure ou montrer, visualiser des propriétés de la figure, émettre ou vérifier des conjectures, mais aussi, à effectuer des simulations techniques ;
- exploitation de l'**aspect construction** de la GD : cet aspect utilise les primitives de construction pour réaliser une figure ou un programme de construction, ou d'illustrer les étapes d'une construction.

Ajoutons que les manuels issus d'une même collection ne privilégient souvent pas le même type d'exploitation de la GD. Pour cette raison, il ne nous a pas été possible de classifier les manuels par type d'exploitation. Dans les trois paragraphes suivants, nous avons essayé de structurer cette section selon la façon dont la GD intervient dans les propositions. En premier lieu, nous présenterons le cas où la GD est privilégiée plus pour l'enseignement que les apprentissages, notamment grâce à des supports informatiques du manuel. La GD est également proposée alternativement à l'environnement papier-crayon comme explicité dans un deuxième paragraphe. Le dernier paragraphe couvre les propositions pour lesquelles l'environnement d'étude est exclusivement la GD.

4.1. GD au service de l'enseignement

Certains manuels comme par exemple BELIN-Décimale (I)/N.Décimale (II), HATIER-Triangle (II), NATHAN-Transmath (II) offrent le choix d'utiliser un support informatique, s'agissant dans la plupart de cas, d'un CD-ROM (d'autres cas concernent la disquette d'ordinateur ou le site d'Internet compagnon du manuel). Nous n'avons pas étudié le contenu de ces outils. Leur présentation et démonstration disponibles sur les sites d'Internet des

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

éditeurs nous ont renseignée de la façon dont la GD peut être exploitée grâce à ces supports informatiques.

Le Tableau 5 récapitule des renseignements relatifs aux supports informatiques des manuels :

EDITION	Manuel (I)	Support	GD	Manuel (II)	Support	GD
BELIN				N.Décimale 6e	CD-ROM P (logo)	C+D
				N.Décimale 5e	CD-ROM P (logo)	C+D
	Décimale 4e	Disquette P	D	N.Décimale 4e	CD-ROM P (logo)	C+D
	Décimale 3e	CD-ROM P	D	N.Décimale 3e	CD-ROM P/E (logo)	C+D
BORDAS				~~Gramain 6e~~	CD-ROM/Disquette P	-
				Serra 6e	CD-ROM/Disquette P	C+D
DIDIER				Dimathème 3e	CD-ROM E (logo)	C+D
HACHETTE				Diabolo 3e	Site Internet P/E	C+D
HATIER				~~Multhimath 3e~~	Site Internet P/E	C+D
				Triangle 4e	CD-ROM P/E (logo)	C+D
				Triangle 3e	CD-ROM P	C+D
NATHAN				Transmath 6e	CD-ROM P (logo)	C+D
				Transmath 5e	CD-ROM P/E (logo)	C+D
	N.Transmath 4e	CD-ROM P	C+D	Transmath 4e	CD-ROM P/E (logo)	C+D
					Site compagnon P	D
	N.Transmath 3e	CD-ROM P	C+D	Transmath 3e	CD-ROM P Site compagnon P	D
					CD-ROM E	C+D
TOTAL						
6	**4**	**4 P**		**15**	**16 P / 8 E**	
Légende :~~Barré~~: pas de proposition de GD ; C : aspect construction (visualisation) ; D : aspect dynamique ; E : élève ; P : professeur ; (logo) : support signalé par un logo dans le manuel.						

Tableau 5 : récapitulation des supports informatiques

Rappelons que nous avions constaté une évolution des manuels concernant les propositions de GD dans la deuxième période d'édition : 32 manuels proposent des usages de la GD dans la période d'édition II, contre 13 manuels dans la période d'édition I (cf. § 3.4). Nous avions également mis l'accent sur l'apparition plus fréquente des supports informatiques dans la période d'édition II. Le Tableau 5 montre que près de la moitié (13/32) des manuels[12] de la période d'édition II proposant la GD est accompagnée d'un support informatique. Dans la première période d'édition ils représentent le 1/3 des manuels (4/13).

Nous avons identifié 20 supports informatiques à l'usage de l'enseignant et 8 à l'usage des élèves. Les types d'usages varient d'un outil à l'autre, il existe des possibilités de travailler en réseau (en classe) ou à la maison (pour l'enseignant et les élèves). Précisons que les CD-ROM et les sites d'Internet ne contiennent pas seulement des éléments relatifs aux chapitres de géométrie des manuels. Les possibilités offertes varient d'un outil à l'autre : manuel interactif, banque d'exercices, ressources complémentaires pour l'enseignant et les élèves ; corrigés des exercices, propositions des pistes pédagogiques pour l'enseignant,…

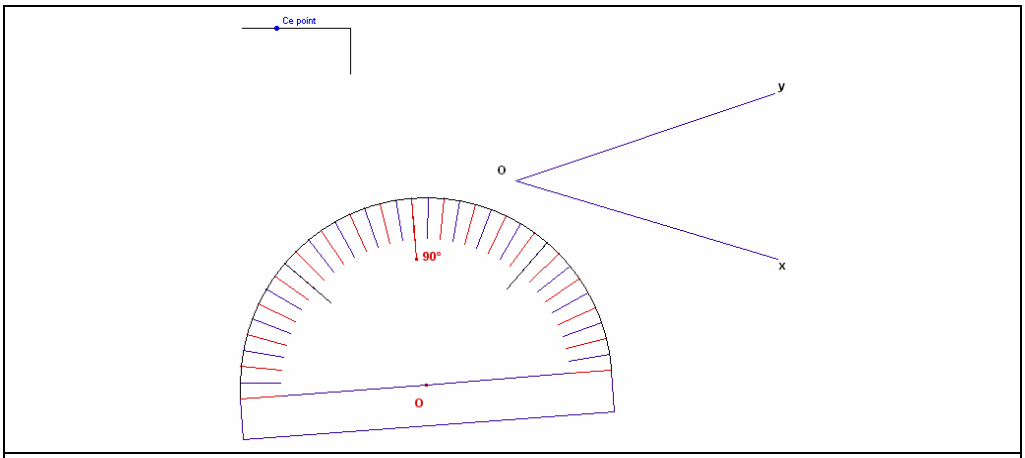
[12] Nous n'avons pas pris en compte les manuels Gramain 6e (II) et Multimath 3e (II). Il n'existe pas en effet des propositions d'usages de la GD dans ces manuels.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Du côté GD, les supports informatiques contiennent en général des figures à animer sous un logiciel de GD comme par exemple Cabri, Geoplan ou Geospace. Certaines tâches dans le manuel sont accompagnées d'un logo CD-ROM, ce sont en effet celles, dont les figures peuvent être animées. Selon le support, il existe également d'autres tâches qui ne figurent pas dans les manuels. L'animation est réalisable sous trois formes :

1. déformer une figure par déplacement d'un (des) élément(s) mobile(s) appartenant à cette figure. Ici, il s'agit d'utiliser l'aspect dynamique de la GD par *déplacement* : illustrer les différents cas de figure, mettre en évidence des propriétés et relations géométriques, mettre en place et vérifier des conjectures…

2. utiliser la GD pour effectuer des simulations d'instrument de géométrie traditionnel. Par exemple, l'illustration suivante consiste à une simulation technique par laquelle on peut avoir connaissance de l'utilisation du rapporteur :



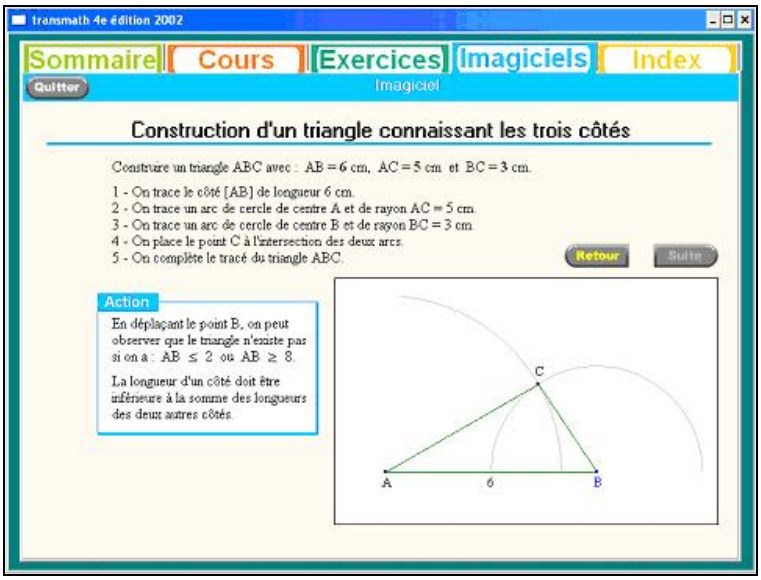
Déplacer le point bleu pour voir apparaître les étapes de la mesure de l'angle xOy :
1. On place le rapporteur :
- le centre de la graduation coïncide avec le sommet de l'angle ;
- le zéro de la graduation est placé sur l'un des côtés de l'angle.
2. On repère le trait de la graduation qui coïncide avec le deuxième côté de l'angle.
Aide : comment déplacer un point ? C'est tout simple.
Approchez le curseur du point.
Cliquez lorsque vous voyez « Ce point » affiché à l'écran.
Le curseur de la souris se transforme alors en main.
Déplacez la souris tout en gardant le bouton de la souris enfoncé.

Exemple 1 : capture d'une illustration relative au manuel BELIN-N.Décimale 5e (II) (« Pour bien démarrer », chapitre « Angles et symétries », p. 150.)

3. illustrer les étapes d'une construction géométrique. Cette illustration se réalise par une simple manipulation d'un objet (indépendant de la construction) présente sur le fichier. Par exemple à chaque pression sur un bouton « Play » ou déplacement d'un point sur un segment, une étape de la construction se réalise de façon spontanée. Dans ce cas-là, l'aspect construction est exploité, cependant, pour les élèves, il ne s'agit que d'observer et non de construire des figures.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

L'exemple suivant illustre les étapes d'une construction géométrique. Nous avons fourni la capture d'écran du CD-ROM correspondant à la dernière étape de la construction. Au départ, on lit l'énoncé, le bouton d'action « Suite » est activé et la fenêtre dans laquelle se trouve la figure est vierge. A chaque pression sur le bouton « Suite » les étapes de la construction numérotées s'affichent simultanément avec l'objet correspondant construit dans la fenêtre. A la fin, un message informe de l'action à suivre. En général, il s'agit de déplacer la figure par l'un de ses éléments.



Exemple 2 : capture d'écran du CD-ROM NATHAN-Transmath 4e (II).

Le Tableau 5 renseigne aussi sur le type d'exploitation possible grâce aux supports informatiques. Nous avons rapporté dans la colonne GD les annotations C et D désignant respectivement les aspects construction et dynamique de la GD. Ici, l'exploitation de l'aspect construction est cependant limitée à une visualisation des étapes d'une construction. Nous avons pu constater que, la plupart des supports informatiques permet l'exploitation des deux aspects de la GD, dans 4 supports uniquement l'aspect dynamique peut être exploité.

Les figures dans les supports informatiques sont destinées à être projetées dans la salle de classe par l'enseignant ou à être utilisées en salle informatique (mais aussi rarement à la maison) par les élèves. L'utilisation de ces supports n'implique pas une connaissance approfondie des logiciels de GD, leur manipulation reste relativement simple. Dans les usages ainsi proposés, les potentialités de la GD sont mises au service de l'enseignement, plutôt que d'une activité géométrique autonome de l'élève. Ces usages sont par ailleurs "économiques" pour l'enseignant qui n'a pas besoin d'une formation approfondie ni de passer du temps à préparer la figure et la tâche des élèves.

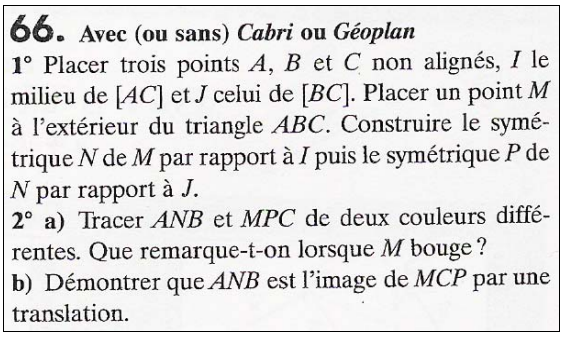
tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Ces usages sont différents de ceux étudiés par la recherche, bien qu'ils exploitent les mêmes fonctionnalités, mais de façon réducteur. Il n'est guère possible d'en évaluer l'intérêt en eux-mêmes. Comme complément à une tâche de recherche, soit pour la mise en activité de l'élève, soit pour une synthèse de cette activité ils sont intéressants. Il en est certainement autrement s'ils sont proposés de façon isolée.

4.2. GD proposée alternativement à l'environnement papier-crayon

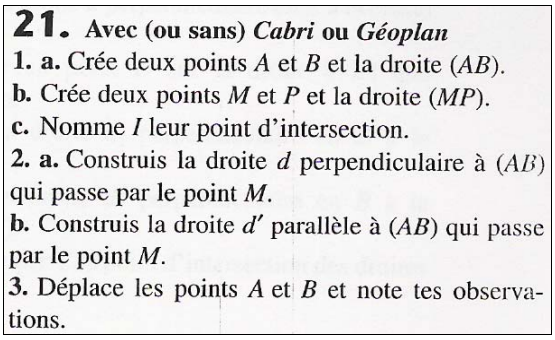
Certaines tâches proposées dans les manuels font intervenir la GD de façon optionnelle alternativement à l'environnement papier-crayon. Ces tâches sont accompagnées de mentions comme « avec ou sans Cabri », « avec (ou sans) Cabri ou Geoplan » (BORDAS-Serra (I, II)). Ces mentions font penser ce qu'emploient les rédacteurs des programmes pour proposer l'utilisation de l'informatique : « … y compris dans un environnement informatique » en fin de certaines propositions d'usages. Cette mention indique pour nous que l'environnement informatique est vu par les rédacteurs comme pouvant être utilisé alternativement à l'environnement papier-crayon, sans que des potentialités spécifiques soient soulignées.

Contrairement à ce que l'utilisation de la GD puisse paraître sans intérêt ou indifférent par rapport à l'environnement papier-crayon, nous faisons l'hypothèse suivante : l'aspect dynamique des logiciels de GD marque une grande différence par rapport aux instruments traditionnels de géométrie. S'il est possible de réaliser certaines tâches en environnement habituel (papier-crayon) et si l'on laisse le choix pour l'environnement GD, c'est probablement pour mettre en œuvre certaines propriétés géométriques de la figure grâce à l'aspect dynamique des logiciels de GD. De plus, même si la proposition de choix entre GD/papier-crayon demeure, nous remarquons que certains énoncés restent appropriés aux usages de la GD, incluant les termes comme « déplacer » et « bouger » renvoyant au dynamisme de l'environnement :



66. **Avec (ou sans) *Cabri* ou *Géoplan***
1° Placer trois points A, B et C non alignés, I le milieu de $[AC]$ et J celui de $[BC]$. Placer un point M à l'extérieur du triangle ABC. Construire le symétrique N de M par rapport à I puis le symétrique P de N par rapport à J.
2° a) Tracer ANB et MPC de deux couleurs différentes. Que remarque-t-on lorsque M bouge ?
b) Démontrer que ANB est l'image de MCP par une translation.

Exemple 3 : extrait du manuel BORDAS-Serra 3e (I), chap. « Vecteur et translation », p. 205



21. **Avec (ou sans) *Cabri* ou *Géoplan***
1. a. Crée deux points A et B et la droite (AB).
b. Crée deux points M et P et la droite (MP).
c. Nomme I leur point d'intersection.
2. a. Construis la droite d perpendiculaire à (AB) qui passe par le point M.
b. Construis la droite d' parallèle à (AB) qui passe par le point M.
3. Déplace les points A et B et note tes observations.

Exemple 4 : extrait du manuel BORDAS-Serra 6e (II), chap. « Droites parallèles et perpendiculaires », p. 150

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Ces tâches sont proposées à la fois pour une réalisation papier-crayon et GD. La conception d'une tâche requiert des caractéristiques spécifiques à l'environnement pour lequel elle est conçue. Par conséquent, il est possible de rencontrer des problèmes lors de la transposition d'une tâche d'un environnement à l'autre. Par exemple, la reproduction d'une figure, notamment d'une configuration riche, peut solliciter dans l'environnement GD le tracé de plusieurs objets. Afin d'obtenir la même configuration, il faut souvent, procéder par « *cacher/montrer* » les éléments non désirés et aussi compléter la figure par d'autres éléments en raison de cette opération.

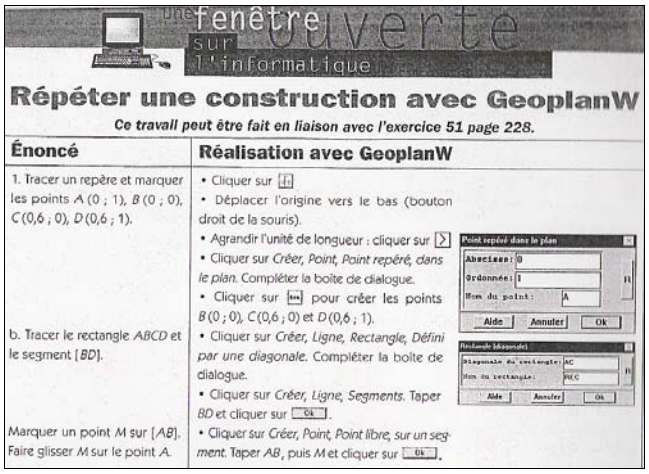
4.3. GD comme environnement d'étude de l'élève

Certaines tâches sont exclusivement proposées pour une réalisation en environnement GD. Les manuels comme DIDIER-Dimathème 4e (II) et NATHAN-N.Transmath (I) leur réservent une place distincte en les mettant sous une rubrique spécifique dans laquelle il s'agit souvent d'une série d'exercices à traiter avec la GD : « ou avec un logiciel de géométrie » « fenêtre ouverte sur l'informatique ». Dans d'autres manuels, un titre ou un logo devant les énoncés, présence d'une capture d'écran d'un logiciel de GD, ou une consigne dans l'énoncé lui-même signalent les tâches à traiter avec la GD.

Ce type d'intervention engage explicitement l'élève dans la manipulation de la GD, pendant laquelle il peut exploiter plus ou moins librement l'aspect construction de la GD. C'est-à-dire, il peut exploiter l'environnement GD à sa manière pour découvrir les solutions et les propriétés géométriques. Nous avons distingué deux types de manipulation :

1. **Manipulation guidée :** Le guidage est souvent proposé dans les premiers niveaux du collège, soit en 6e et 5e. La manipulation guidée se présente sous différentes formes : indication des commandes de logiciel dans l'énoncé, illustration par des fenêtres de dialogue des logiciels ou présence d'instructions de tracé étape par étape (cf. les deux exemples suivants). Le guidage participe en général à l'initiation de l'élève au logiciel en effectuant une construction géométrique pas à pas aussi bien qu'à la découverte d'une propriété géométrique.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

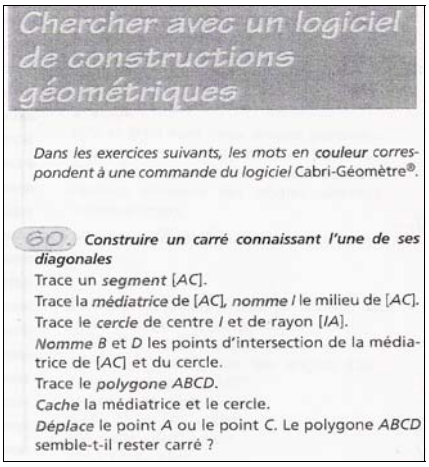

une fenêtre ouverte sur l'informatique

Répéter une construction avec GeoplanW

Ce travail peut être fait en liaison avec l'exercice 51 page 228.

Énoncé	Réalisation avec GeoplanW
1. Tracer un repère et marquer les points $A(0\,;1)$, $B(0\,;0)$, $C(0{,}6\,;0)$, $D(0{,}6\,;1)$.	• Cliquer sur • Déplacer l'origine vers le bas (bouton droit de la souris). • Agrandir l'unité de longueur : cliquer sur • Cliquer sur *Créer, Point, Point repéré, dans le plan.* Compléter la boîte de dialogue. • Cliquer sur pour créer les points $B(0\,;0)$, $C(0{,}6\,;0)$ et $D(0{,}6\,;1)$.
b. Tracer le rectangle *ABCD* et le segment [*BD*].	• Cliquer sur *Créer, Ligne, Rectangle, Défini par une diagonale.* Compléter la boîte de dialogue. • Cliquer sur *Créer, Ligne, Segments.* Taper *BD* et cliquer sur Ok.
Marquer un point *M* sur [*AB*]. Faire glisser *M* sur le point *A*.	• Cliquer sur *Créer, Point, Point libre, sur un segment.* Taper *AB*, puis *M* et cliquer sur Ok.

Exemple 5 : extrait du manuel NATHAN-N.Transmath 3e (I), chap. « Propriété de Thalès », p. 231


Chercher avec un logiciel de constructions géométriques

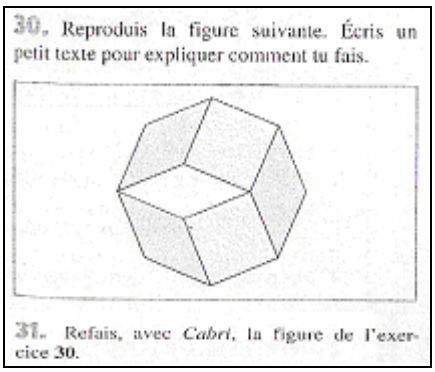
Dans les exercices suivants, les mots en couleur correspondent à une commande du logiciel Cabri-Géomètre®.

60. ***Construire un carré connaissant l'une de ses diagonales***

Trace un *segment* [*AC*].
Trace la *médiatrice* de [*AC*], *nomme I* le milieu de [*AC*].
Trace le *cercle* de centre *I* et de rayon [*IA*].
Nomme B et *D* les points d'intersection de la médiatrice de [*AC*] et du cercle.
Trace le *polygone ABCD*.
Cache la médiatrice et le cercle.
Déplace le point *A* ou le point *C*. Le polygone *ABCD* semble-t-il rester carré ?

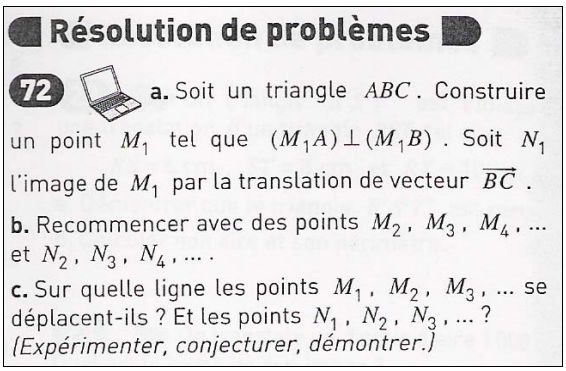
Exemple 6 : extrait du manuel MAGNARD-Maths 5e (II), chap. « Parallélogrammes », p. 78

2. **Manipulation non guidée :** Ce sont des tâches sans accompagnement technique dans les énoncés, s'adressant aux utilisateurs ayant une certaine connaissance d'un logiciel de GD. Ce type de tâches semble offrir à travers la GD des possibilités d'expérimentation et d'exploration en géométrie.


30. Reproduis la figure suivante. Écris un petit texte pour expliquer comment tu fais.

31. Refais, avec *Cabri*, la figure de l'exercice **30**.

Exemple 7 : extrait du manuel BORDAS-Serra 6e (I), chap. « Reproduction des figures », p. 169


Résolution de problèmes

72 **a.** Soit un triangle ABC. Construire un point M_1 tel que $(M_1A) \perp (M_1B)$. Soit N_1 l'image de M_1 par la translation de vecteur $\overrightarrow{BC}$.

b. Recommencer avec des points M_2, M_3, M_4, ... et N_2, N_3, N_4, ...

c. Sur quelle ligne les points M_1, M_2, M_3, ... se déplacent-ils ? Et les points N_1, N_2, N_3, ... ?
(Expérimenter, conjecturer, démontrer.)

Exemple 8 : extrait du manuel HACHETTE-Cinq sur cinq 3e (II), chap. « De la translation aux vecteurs », p. 225

Par exemple, dans l'exercice 31 (Exemple 7) on demande à l'élève de reprendre une tâche proposée en environnement papier-crayon (l'exercice 30) et de le refaire avec Cabri. Il s'agit de réaliser une reproduction d'une figure. Il est possible que selon l'environnement dans lequel l'élève travaille utilise des stratégies et techniques différentes pour résoudre le même problème. En effet, en papier-crayon, l'élève peut partir par exemple du tracé d'un cercle pour arriver dans un premier temps à tracer un polygone régulier à 8 côtés (octogone), effectuant des tracés et des mesures avec un compas, une règle et un rapporteur selon la technique envisagée. La reproduction de la figure peut sembler longue, elle nécessite en effet plusieurs mesures et de l'attention. Le polygone régulier existe dans Cabri comme objet, il devient alors d'emblée outil pour reproduire la figure concernée. Par la suite, l'élève peut procéder par le tracé des parallèles aux côtés du polygone. Par contre, il faudra superposer des segments sur

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

ces parallèles de façon à reproduire la figure, et enfin cacher les parallèles pour la finaliser. L'élève a en effet la liberté d'exploiter toutes les possibilités fournies par Cabri, cela permet d'envisager différentes techniques de construction et le déplacement peut jouer un rôle important dans la validation ou l'invalidation de son tracé.

Dans l'Exemple 8 la GD devient un espace d'expérimentation et de conjecture comme souligné à la fin de l'énoncé. La rapidité et l'exactitude de tracés grâce aux logiciels de GD permettent l'émission des conjectures assez facilement, et d'arriver rapidement au résultat.

5. Discours sur les potentialités de la GD

5.1. Dans les manuels

Un discours sur les potentialités de la GD existe rarement dans les manuels. Certains manuels de HACHETTE-Cinq sur cinq (I, II) et NATHAN-Transmath (II) intègrent une ou deux pages de présentation des logiciels de GD en s'appuyant sur leurs fonctionnalités et ce qu'ils peuvent permettre de réaliser. Il s'agit en général, d'un support technique d'utilisation des logiciels basé sur l'illustration de quelques exemples, comme par exemple « Construction d'un triangle équilatéral; comment construire un segment et sa médiatrice sans utiliser la commande médiatrice ? » (HACHETTE-Cinq sur cinq), « Créer un objet ; piloter des objets libres ; aider à la conjecture » (NATHAN-Transmath (II)). Les présentations des logiciels de GD dans HACHETTE-Cinq sur cinq mettent en avant l'aspect dynamique des logiciels de construction géométrique. Voici un exemple :

> « Un logiciel de construction géométrique permet de réaliser toutes les figures que l'on peut tracer à l'aide des instruments usuels (règle, équerre, compas, rapporteur). C'est un outil précieux, bien sûr pour construire des figures, mais aussi et surtout pour les déformer et les "animer", pour étudier des cas particuliers, pour expérimenter et conjecturer. »

Très rarement, certains exercices proposés avec la GD s'accompagnent d'un discours sur la GD. Dans NATHAN-Transmath 4^{e} (II) une information encadrée explicite la fonctionnalité de *déplacement* pour un exercice donné :

> « Un logiciel de géométrie permettra de matérialiser le déplacement des points M et G ».

Notons que le rôle du *déplacement* dans la validation/invalidation des constructions n'est pas toujours exploité dans les manuels. Nous avons trouvé deux remarques dans le manuel BORDAS-Serra 6^{e} (I) :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

> « Attention il doit rester rectangle si on déplace les points ! » (exercice 46, p. 154)
>
> « Si ton tracé est précis, le cercle passe par B. sinon recommence » (exercice 15, p. 131)

Dans la première citation, le rôle du *déplacement* est exploité. En revanche, dans la dernière, il est fait référence seulement à une validation de type papier-crayon.

Une autre information encadrée (NATHAN-Transmath 3e (II)) explicite la fonction « *trace* » des logiciels et son intérêt dans les conjectures :

> « Déterminer le lieu géométrique d'un point mobile, c'est trouver la ligne (droite, cercle) sur laquelle se déplace ce point. Les logiciels de géométrie permettent de construire plusieurs positions du point mobile, et la fonction « trace » permet de conserver la trace des positions précédentes. Ces logiciels permettent donc de se faire aisément une idée du lieu géométrique. Il reste ensuite à justifier cette conjecture ».

5.2. Dans les livres du professeur

Nous n'avons pas étudié les livres du professeur de chaque manuel. Nous avons consulté un échantillon de 20 livres, dont une moitié correspond aux manuels intégrant les propositions d'usages de la GD mais de façon minime, et dont l'autre moitié correspond aux manuels qui n'intègrent aucune proposition d'usages de la GD. En général, ces livres n'intègrent que le texte des programmes et les corrigés des activités et des exercices proposés dans le manuel.

Précisons d'abord que, les références données dans ce paragraphe correspondent à ceux des livres du professeur, et non des manuels d'élèves.

BORDAS-Serra 3e (I) fournit pour trois chapitres des exemples d'utilisation des logiciels Cabri et Geoplan. Par exemple, pour le chapitre « Composition de transformations », six exemples sont illustrés avec ces logiciels. Selon les auteurs, ces logiciels permettent une approche intéressante et complémentaire de la composée de deux transformations (en particulier Geoplan) ou de la somme de deux vecteurs (en particulier Cabri II). Ils distinguent et explicitent des apports spécifiques de ces deux logiciels comme suivante :

> « Geoplan ne permet pas de représenter un vecteur (par un segment fléché) mais permet de définir une translation par le vecteur associé (vec(A ;B) par exemple) »
>
> « Il existe dans Cabri II l'article 'Somme de deux vecteurs' »
>
> « Cabri II permet de déplacer globalement un représentant d'un vecteur »

Concernant le chapitre « Coordonnés dans un repère », il est noté que Cabri donne instantanément la distance d'un point à un cercle. Sous une rubrique « Cabri II et les

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

coordonnées » la création d'un nouvel outil est illustrée : macro construisant un point dont on connaît les coordonnées. Pour le chapitre « Rotation, Polygones réguliers » aussi une rubrique similaire est ajouté (Cabri II et la rotation) dans laquelle la création du macro construisant l'image d'un point par une rotation est illustrée. Les auteurs mettent par ailleurs l'accent sur l'utilité de l'utilisation de ces logiciels pour une grande partie des activités et exercices du manuel :

> « Une grande partie des activités et exercices peut être traitée avantageusement avec Cabri ou Geoplan, même lorsque ce n'est pas signalé, la dynamique de ces logiciels permettant une meilleure approche. »

A la fin de ce livre, l'utilisation des menus de Cabri et Geoplan est présentée.

Dans BREAL-Trapèze 3e (II), l'usage des logiciels de GD n'est qualifié que par le mot « intéressant ». Ce discours reste très vague, ce qui ne pourrait guère apporter de soutien à l'enseignant :

> « Pour les exercices 50, 51 il pourrait être intéressant de faire effectuer les constructions à l'aide de Cabri-géomètre ou de Géoplan »

Les auteurs du HATIER-Triangle 4e (II) mettent l'accent sur la facilité de conjecture avec un logiciel de GD. Dans le chapitre « Droites remarquables du triangle », l'usage de la GD est proposé pour établir que les trois hauteurs d'un triangle sont concourantes. Les auteurs ajoutent qu'en variant la position des sommets on peut facilement conjecturer.

NATHAN-N.Transmath 5e (I) intègre des courtes présentations des logiciels Geoplan et Geospace. Les logiciels de GD sont vus comme libérant l'élève de la contrainte des instruments de dessin au profit de la manipulation des objets géométriques. L'accent est également mis sur la possibilité de personnaliser les menus permettant d'adapter le logiciel à un objectif précis. Dans NATHAN-Transmath 6e (II) et 5e (II) les corrigés des exercices proposés avec la GD ne sont généralement pas effectués. Cependant, NATHAN-Transmath 5e (II) propose des scénarios d'usages de la GD à l'enseignant. Par exemple (p. 87) :

> « Le professeur peut également prévoir l'utilisation d'un logiciel de géométrie : soit en démonstration avec un vidéo-projecteur ; soit en travail individuel devant un ordinateur.
>
> Le logiciel GeoplanW, Cabri et d'autres permettent de telles animations et confortent l'image mentale de la symétrie centrale en lui donnant un aspect dynamique. Avec des mesures de longueurs, d'aires, d'angles ces logiciels mettent également en évidence les propriétés de conservation de cette transformation, conservation mise aussi en évidence par superposition.
>
> Le professeur plus habile peut proposer une transformation qui ne conserve pas les longueurs ou… »

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Ce livre propose aussi des activités avec la GD, illustrées pas à pas, de façon à ce que l'enseignant puisse repérer les possibilités fournies par un tel environnement.

Quant aux livres du professeur relatifs aux manuels ne proposant pas d'usages de la GD, nous avons constaté que deux livres mentionnent la GD. Dans HACHETTE-Tout simplement 3e (I), les auteurs font part de leur remarque sur la difficulté de tracés de cercles en perspective (base de cylindres ou de cônes de révolution) en environnement papier-crayon et proposent l'usage des logiciels comme Geospace et Geoflash, sans préciser leur apport possible. Les auteurs mentionnent également les logiciels de géométrie plane (Geoplan, Géoflash ou Cabri-géomètre) en tant qu'aide précieuse pour conjecturer, expérimenter des théorèmes. Ils illustrent avec deux exemples l'utilisation de Cabri-géomètre et ses potentialités, d'une part pour la visualisation de l'alignement des points, et d'autre part, pour la vérification de l'égalité des rapports dans une configuration de Thalès.

Dans BORDAS-Gramain 6e (II) le discours porte sur la possibilité de déformer les figures à volonté grâce au déplacement, ce qui permet d'avoir une multitude de configurations d'une même figure et dépasser le cadre de figures proto typiques :

> « […] parmi les nombreux intérêts des logiciels de construction géométrique, il y a la possibilité de travailler sur cette représentation problématique, puisque les figures peuvent être déplacées dans l'espace de l'écran, et déformées (par action sur les points de base) libérées des contraintes extérieures pour ne répondre qu'aux contraintes internes »

6. Synthèse

Nous avons questionné les propositions des usages de la GD intégrées dans les manuels de collège de deux périodes d'édition (1996-1999 ; 2000-2004) sous différents angles. Récapitulons dans cette synthèse les résultats que nous avons pu obtenir :

Tout d'abord nous avons constaté sur le corpus étudié, une évolution des manuels d'année en année quant à l'intégration des propositions d'usages de la GD dans les chapitres de la géométrie. La plupart des manuels intégrant la GD concernent les manuels de la période d'édition II. Le progrès technologique et les moyens d'accès à la technologie accentués les dernières années nous ont semblé d'avoir un effet sur ce résultat.

Une étude quantitative sur le nombre de propositions d'usages de la GD a révélé une faible quantité de celles-ci, à raison de 4,5 % par manuel. Nous avons également constaté que les recommandations des programmes pour l'usage des logiciels de géométrie sont dans peu de

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

manuels prises en compte. Sont absentes notamment, les propositions relatives aux contenus de géométrie dans l'espace (en 6e et 5e) et de théorème de Thalès (4e) pour lesquels les programmes recommandent explicitement les apports de la GD.

Au delà de l'aspect quantitatif, nous avons identifié les choix des auteurs quant aux usages de la GD, plus particulièrement, les potentialités qui peuvent être exploitées à travers les tâches proposées :

Nous avons d'abord distingué deux types d'exploitation de la GD : la première concerne l'exploitation de l'aspect 'dynamique' des logiciels de GD, pour illustrer une variété de cas de figure ou montrer, visualiser des propriétés de la figure ; la deuxième est l'exploitation de l'aspect 'construction' de la GD, permettant d'utiliser les primitives de construction pour réaliser une figure ou un programme de construction, ou seulement d'illustrer les étapes d'une construction.

Ensuite, nous avons aussi distingué trois différents usages de la GD dans les propositions. Elle intervient 'au service de l'enseignement' spécialement dans le cas où le manuel s'accompagne d'un support informatique (CD-ROM, site d'Internet…), 'alternativement à l'environnement papier-crayon' et comme 'seul environnement d'étude de l'élève' quand les tâches sont exclusivement proposées pour une réalisation avec des logiciels de GD. Rappelons les potentialités de la GD que nous avons pu repérer dans ces usages :

« GD au service de l'enseignement » : Le support informatique permet en général d'animer sous un logiciel de GD des figures du manuel ou d'autres exercices accessibles dans le logiciel. Cette animation consiste à exploiter d'une part l'aspect dynamique de la GD (illustrer les différents cas de figure, mise en évidence des propriétés et relations géométriques, mise en place et vérification des conjectures, effectuer des simulations techniques) et d'autre part, l'aspect construction de la GD (illustrer les étapes d'une construction géométrique). Rappelons que, l'exploitation de l'aspect construction est ici limitée à une visualisation des étapes d'une construction. L'exploitation de l'aspect dynamique intervient souvent au point final de la construction. Dans les supports, les deux aspects de la GD peuvent être en général exploités. 19 manuels proposent au total 20 supports pour l'enseignant et 8 pour l'élève, ce qui fait penser qu'ils sont essentiellement destinés à l'enseignant. La possibilité de projection des figures préenregistrées peut décharger l'enseignant de leur réalisation au tableau, qui demanderait certes plus de temps et d'attention. Les consignes et l'aide technique fournies pour réaliser les animations peuvent le guider dans la réalisation d'une tâche en classe.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

« GD proposée alternativement à l'environnement papier-crayon » : Les consignes devant certains énoncés comme « avec ou sans Cabri » nous ont amenées à l'idée que la GD serait proposée optionnellement à l'environnement papier-crayon. Il est possible que l'enjeu de cette proposition soit de faire découvrir à l'élève certaines propriétés géométriques de la figure, pour laquelle particulièrement l'aspect dynamique de la GD peut être exploité, mais l'hypothèse est qu'elles peuvent aussi apparaître en papier-crayon.

Ce type d'usage reflète ainsi les recommandations des rédacteurs des programmes vers l'usage de la GD alternativement à l'environnement papier-crayon, sans que des potentialités spécifiques soient soulignées.

« GD comme environnement d'étude de l'élève » : Dans le cas où la GD apparaît comme seul environnement d'étude nous avons distingué les propositions selon le guidage effectué : manipulation guidée/non guidée. Le guidage de l'élève par exemple par marquage des commandes et présence des fenêtres de dialogue des logiciels, présence d'instructions de tracé dans les énoncés assure en quelque sorte l'initiation et la familiarisation de l'élève au logiciel. Les deux aspects de la GD peuvent être exploités selon la tâche proposée, cependant l'élève n'a pas l'initiative totale d'explorer dans l'environnement GD à sa manière, il ne suit que les commandes. Quand le guidage est absent dans les propositions, l'élève -tout seul- doit exploiter des potentialités d'expérimentation et d'exploration de la GD en agissant suivant les rétroactions de l'environnement.

Le rôle du *déplacement* comme valider/invalider les constructions peut être présent également dans les deux derniers types d'usages.

Même s'il est possible d'estimer les potentialités de la GD pouvant intervenir dans la réalisation d'une tâche à travers sa description, l'activation de ces potentialités dépend en grande partie de l'utilisateur du logiciel.

Le repérage du discours sur la GD dans les manuels et certains livres du professeur nous a fourni quelques éléments sur la façon dont les auteurs perçoivent les potentialités de la GD. Dans les manuels, de même que dans les livres du professeur, les propositions d'usages des instruments de géométrie habituels (règle, compas, rapporteur…) occupent une place dominante et peu de discours sur la GD apparaît dans ces livres.

Une présentation des logiciels de GD figurant dans certains manuels fait en général référence de façon brève, à l'utilisation de leurs menus et ce qu'ils permettent de réaliser. Les apports

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

potentiels de la GD sont d'une grande partie associés à son aspect dynamique, aux possibilités d'étudier des cas particuliers des figures, d'expérimenter et de conjecturer. Notons aussi que le rôle du *déplacement* dans la validation/invalidation des constructions est évoqué dans un seul manuel.

Même si la plupart des livres du professeur effleurent seulement les possibilités fournies par des logiciels de GD, certains explicitent des fonctionnalités et des potentialités des logiciels de GD en proposant également des scénarios d'usages. Les apports des outils disponibles dans les menus des logiciels, notamment la possibilité de créer des macros sont soulignés. Seul un livre recommande l'usage de la GD sans que le manuel en propose. La dynamique des logiciels de GD est qualifiée en effet comme permettant une meilleure approche. La facilité d'émission des conjectures, l'adaptabilité des menus à des objectifs d'apprentissage aussi sont considérées comme des points forts de ces logiciels. Les possibilités d'animation confortant les images mentales, permettant d'avoir une multitude de configurations et ainsi de dépasser le cadre de figures prototypiques ; de mesure mettant en évidence les propriétés de rapports géométriques, sont également des potentialités évoquées, comme dans les documents d'accompagnement.

Nous avons pu ainsi repérer les propositions d'usages de la GD dans 8 livres du professeur. Les mentions portées sur la GD varient d'un livre à l'autre, elles restent souvent ponctuelles. Les livres du professeur reprennent les accompagnements avec souvent les formulations plus vagues et peu de propositions précises.

Conclusion

Présentons ici de façon rapide les points importants de la synthèse précédente.

Notre étude de manuels édités entre 1996-2004 montre une évolution de l'intégration de la GD dans les chapitres de la géométrie d'année en année. La plupart des manuels intégrant la GD concernent les manuels de la période d'édition II (les plus récents).

Les programmes proposent la GD dans peu de contenus de travaux géométriques. Cependant les accompagnements des programmes élargissent le champ de propositions et appuient sur certaines potentialités de la GD issues de la recherche. Par rapport à ce qui est explicité dans les programmes, nous constatons que dans les manuels, la GD est proposée dans davantage de contenus d'enseignement. Néanmoins l'absence de propositions dans les contenus relatifs à la

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

« géométrie dans l'espace » suscite des points d'interrogations. Paradoxalement ce sont les contenus sur lesquels insistent le plus les rédacteurs des programmes.

Les supports informatiques accompagnant certains manuels privilégient le déplacement et tentent d'offrir à l'enseignant un certain confort dans la préparation du cours et la gestion du temps (avant et pendant le cours).

Il n'existe pas de véritable guide de professeur exprimant les potentialités de la GD susceptibles d'intervenir dans les propositions d'usages de la GD intégrées dans des manuels. Seulement quelques exemples d'activités sont illustrés. Ces exemples reflètent souvent des potentialités d'une manière générale.

Trois types d'usages de la GD ont été repérés dans l'ensemble des propositions de la GD. Cela nous ouvre des voies sur les usages possibles en classe. Par des observations, nous pouvons vérifier s'il existe des types d'usages de la GD privilégié par les enseignants. Par exemple, la GD est-elle un outil au service de l'enseignement ou un outil d'apprentissage exploité par l'élève ?

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Deuxième Partie

Présentation du contexte d'observation

Chapitre V : Contexte d'expérimentation et choix méthodologiques

Chapitre VI : Les logiciels de GD utilisés par les enseignants en classe : une entrée par des contraintes

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Chapitre V

Contexte d'expérimentation et choix méthodologiques

Introduction

Afin de réaliser notre expérimentation nous avons contacté au début de l'année scolaire 2002/2003 quatre enseignants de collège, tous utilisateurs de TIC(E) dans leurs classes. Nous avons établi une première rencontre dont le but était d'une part, de faire connaître aux enseignants notre objet d'étude et méthodologie d'observation (cf. Annexe 3), et d'autre part, d'identifier le contexte d'enseignement et leur profil du point de vue de l'utilisation des TIC(E). Lors de cette première rencontre nous avons effectué un court entretien de nature semi-directif. Voici les trois axes qui y ont été abordés :

- Le contexte d'expérimentation :
  - équipement informatique de l'établissement pour l'enseignement des mathématiques ;
  - classes enseignées par les quatre enseignants (environnement social, niveau d'enseignement, manuels utilisés).
- Les éléments de profil d'enseignant, obtenus à travers des questions plus personnelles :
  - ancienneté (en années) dans la profession, d'autres fonctions (activités liées à l'enseignement) ;
  - ancienneté (en années) dans l'usage des TICE (usage personnel/usage professionnel) ;
  - formations informatiques suivies (nombre, logiciels) ;
  - usage des TICE dans l'enseignement des mathématiques (logiciels).
- Enfin, d'autres questions concernant l'intérêt que l'enseignant porte à la GD, ainsi que son projet vis-à-vis de l'utilisation de la GD pour l'année scolaire 2002-2003 :
  - intérêt du choix de la GD pour l'enseignant ;
  - thèmes géométriques à traiter avec la GD (logiciel, niveau d'enseignement, familiarité des élèves, période d'utilisation dans l'année scolaire).

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Les réponses relatives aux éléments mentionnés ci-dessus se trouvent dans leur intégralité en annexe de la thèse (cf. Annexe 4), sous un format de fiches d'entretien.

Ce chapitre est constitué de deux sections. Dans la première, en nous basant sur ces fiches d'entretien, nous présentons le contexte d'enseignement dans lequel notre expérimentation a été réalisée.

Dans la deuxième section du chapitre, nous apportons des précisions sur la façon dont nous avons observé les enseignants, décrivons les séances observées, les choix des séances prises en compte pour une analyse détaillée, ainsi que la méthode adoptée pour cette analyse.

Afin de garder l'anonymat des enseignants et de leur établissement, nous avons attribué à chacun un pseudonyme. Cela est précisé dans les paragraphes suivants.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

1. Contexte d'expérimentation

1.1. Niveau social

Nous avons fait nos observations dans deux établissements scolaires de la banlieue parisienne : $\boldsymbol{C_A}$ et $\boldsymbol{C_B}$. L'enseignante *Anne* enseigne au collège C_A et trois autres enseignants observés, soient *Brune*, *Bernard* et *Bruno* enseignent dans le collège C_B. Ces établissements ne sont pas des établissements dits « sensible », ni classés en **Z**one d'**E**ducation **P**rioritaire (ZEP). Le milieu social dont appartiennent les élèves peut être caractérisé comme « aisé ». La plupart des élèves dispose d'un ordinateur au domicile et connaît a priori les manipulations informatiques de base.

1.2. Equipement informatique

Le collège C_A où Anne enseigne dispose d'une salle informatique avec 15 postes pour les élèves, un ordinateur portable et un vidéo-projecteur à l'usage de l'enseignant.

Le collège C_B peut être considéré comme bien équipé en matériel informatique. Il fait en effet partie des établissements recensés expérimentaux dans le domaine des TICE et sert souvent de lieu de formation TICE pour des enseignants des alentours. Il dispose de 3 salles informatiques (15 postes pour chacune) de 4 salles de technologie, de 8 postes (CDI), des vidéo-projecteurs, etc.

1.3. Niveau d'enseignement

Anne et Bernard enseignent dans des classes de 5e et de 4e, Bruno dans des classes de 6e, 5e, 4e et Brune, seulement dans des classes de 6e. Lors de notre première rencontre, nous avons demandé aux enseignants de nous fournir des précisions sur des thèmes géométriques à traiter avec la GD. Ils n'ont pas pu établir ce planning de cours n'ayant pas d'idées précises, ni sur le thème, ni sur le moment et la classe pour l'usage de la GD. Nous avons donc étalé notre expérimentation sur ces trois niveaux du collège au cas où ils utiliseraient la GD dans leur enseignement.

1.4. Manuels scolaires utilisés

Nous nous référons à notre analyse des manuels pour exposer globalement le rapport des manuels utilisés par les enseignants à la GD (pour les chapitres de géométrie).

Anne utilise les manuels suivants :

- BELIN-Décimale 5e (1997).
- HATIER-Nouveau Pythagore 4e (1998).

Dans ces manuels cités ci-dessus il n'existe aucun exercice à faire avec ordinateur ou logiciels.

Les enseignants de l'établissement C_B utilisent dans leurs classes les manuels suivants :

- HACHETTE-Cinq sur Cinq 6e (2000) et 5e (2001) : dans ces manuels nous trouvons des propositions d'usages de la GD. Les auteurs proposent des constructions géométriques souvent sans donner d'instructions étape par étape.
- HATIER-Les petits manuels Hatier 6e (2000) : ce manuel est utilisé seulement par Brune dans une classe faible et il n'intègre aucune proposition d'usages de la GD.
- HATIER-Triangle 4e (1998) : il intègre une seule proposition relative à la GD.

2. Séances observées

Dans les cinq paragraphes suivants, nous fournissons d'abord un éclairage sur la façon dont nous avons procédé dans l'observation des séances.

Le deuxième paragraphe présente une vue générale des séances réalisées par les enseignants avec la GD durant l'année scolaire 2002-2003 et des séances auxquelles nous avons assisté.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Dans les deux autres paragraphes suivants, nous explicitons d'abord nos critères de sélection de séances (§ 2.3), et ensuite, les séances que nous avons prises en compte pour une analyse détaillée des observations (§ 2.4).

Enfin, dans le dernier paragraphe nous présentons la méthode d'analyse des observations.

2.1. Méthodologie d'observation suivie

Nous avons privilégié une approche 'naturaliste' pour observer les pratiques effectives. Il était important pour nous que le choix de l'enseignant relatif à sa pratique ne soit pas affecté par notre projet d'observation. Nous avons opté pour une méthodologie d'observation non très contraignante pour les enseignants, afin que, d'une part, les enseignants puissent accepter notre présence, et d'autre part, nous puissions approcher le plus près possible leur pratique "réel" (en dehors d'un contexte d'observation).

Comme déjà souligné, lors de notre première rencontre, les enseignants n'avaient pas décidé de la date à laquelle la technologie devait intervenir dans leur enseignement, ni du thème mathématique à traiter avec. Ils se sont engagés à nous prévenir en avance lorsqu'ils auraient décidé d'utiliser une technologie dans leur enseignement de la géométrie. Il a été convenu que nous assistions à toutes ces séances. Les enseignants ont été réticents à l'idée de l'enregistrement de leur(s) séance(s) à l'aide d'un caméscope. De ce fait, ceci n'a pas été fait. Nous avons enregistré le discours des enseignants avec un magnétophone et une micro-cravate portée par l'enseignant durant la séance observée. Pendant ces séances nous étions présents au fond de la classe pour prendre des notes relatives aux gestes des enseignants et aux traces écrites sur le tableau. Avant et après chacune de ces séances, dans la mesure où ils étaient disponibles, ils nous ont fait part de leur remarque sur le déroulement prévu et effectif des séances.

2.2. Vue générale sur les séances observées : obtention d'un "patchwork"

Le tableau ci-dessous fournit un récapitulatif des séances observées pendant l'année scolaire 2002-2003 :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Enseignant	Projets pour l'année d'observation (thèmes)	Classe et Date	Thème mathématique	Technologie/usage
Anne	Pythagore (peut-être), Cosinus, Thalès (peut-être), droites remarquables d'un triangle, symétrie centrale, triangle, cercle circonscrit	5C 06/02/03, matin	Cercle circonscrit à un triangle	Geoplan, travail individuel en salle info
		4A 29/04/03, a-midi	Droites remarquables d'un triangle	Geoplan, travail en binôme en salle info, v-projecteur
Brune	Parallèle, perpendiculaire, construction des quadrilatères, propriétés des quadrilatères, symétrie axiale (peut-être)	601 13/01/03, a-midi	Droites perpendiculaires	Cabri-géomètre, v-projecteur, travail individuel en salle info
		610 17/01/03, matin	Droites parallèles	Cabri-géomètre, v-projecteur, r-projecteur
Bernard	Non (pas précis)	407 24/02/03, matin	Droites remarquables d'un triangle	Cabri-géomètre, v-projecteur
		407 30/04/03, a-midi	Thalès : triangle et parallèle	SMAO4e, travail individuel en demi-classe en salle info
		407 02/05/03, a-midi	Thalès : triangle et parallèle	SMAO4e, travail individuel en demi-classe en salle info
Bruno	En 5e : inégalité triangulaire, cercle circonscrit, prisme, quadrilatères En 4e : Pythagore (déjà réalisée avant notre rencontre), Thalès, droites remarquables d'un triangle, pyramide, cône,…	5A 09/01/03, a-midi	Inégalité triangulaire	Geoplan, v-projecteur
		5A 03/02/03, matin	Cube : construction des patrons, représentation en perspective	Geospace, v-projecteur
		6A 03/02/03, a-midi	Cube : représentation en perspective	Geospace, v-projecteur
		6A 04/02/03, matin	Pavé droit : représentation en perspective	Geospace, v-projecteur
		4A 04/02/03, matin	Pavé droit : construction des patrons, représentation en perspective	Geospace, v-projecteur
		4A 06/02/03, a-midi	Droites remarquables d'un triangle	Geoplan, v-projecteur
		4A 07/02/03, a-midi	Droites remarquables d'un triangle	Geoplan, v-projecteur

Tableau 6 : récapitulatif des séances observées

Notre tableau présente une variété de pratiques observées en raisons de différents choix des enseignants : classe, thème mathématique, usage de la technologie. Ainsi, nos données consistent à un "patchwork" illustrant ces différentes pratiques.

Il nous semble impératif de noter ici qu'il s'agit des séances auxquelles nous avons été conviés, suite à la décision de chacun des enseignants. Grâce à un contact ultérieur à l'année scolaire 2002-2003 avec les enseignants, nous avons eu des renseignements sur l'effectif des

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

séances réalisées avec la GD. Voici le nombre de séances supplémentaire par rapport à ce qui a été mentionné dans notre tableau :

- **Anne :** deux séances d'initiation avec chacune de deux classes observées. Les thèmes abordés sont « le Pythagore » avec la classe de 4e, « la symétrie centrale » avec la classe de 5e.
- **Brune :** aucune autre séance en salle informatique.
- **Bernard :** pas de souvenir précis. Il est cependant certain que des usages occasionnels ont été faits.
- **Bruno :** approximativement une douzaine de séances supplémentaire avec vidéo-projecteur dans la même lignée d'usages.

2.3. Critères de sélection de séances pour analyse

Les données recueillies relatives aux 14 séances observées nous ont amenée à distinguer deux types de séances selon les critères suivants :

- durée d'usage;
- intervention de la technologie dans l'activité de l'enseignant et de l'élève.

Dans le premier type, la durée est significative, et l'intervention est forte. Nous avons retenu en priorité des séances en salle informatique où l'activité de l'enseignant est consacrée à l'usage de la technologie par l'élève et qui demandent une organisation particulière susceptible d'enrichir notre corpus d'analyse. Nous avons aussi retenu une séance en classe entière avec un vidéo-projecteur où l'intervention de la technologie nous a semblé importante pour le travail de l'élève et l'activité de l'enseignant. Ces séances feront l'objet d'une analyse détaillée dans les chapitres consacrés aux enseignants.

Dans le second type de séance, malgré ce que nous avait annoncé l'enseignant, l'usage d'une technologie a été très restreint.

Le tableau suivant présente la répartition des séances observées dans les deux types et précise pour chacune les décisions des enseignants relatives à l'utilisation de la technologie (classes, thèmes, usages de la technologie) :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Ens / Classe	Anne	Brune	Bernard	Bruno
6e		Droites perpendiculaires		~~Cube : représentation en perspective~~
		~~Droites parallèles~~		~~Pavé droit : représentation en perspective~~
5e	Cercle circonscrit à un triangle			Inégalité triangulaire
				~~Cube : construction des patrons, représentation en perspective~~
4e	Droites remarquables d'un triangle		~~Droites remarquables d'un triangle~~	~~Droites remarquables d'un triangle~~
			~~Thalès : triangle et parallèle~~	~~Droites remarquables d'un triangle~~
			~~Thalès : triangle et parallèle~~	~~Pavé droit : construction des patrons, représentation en perspective~~

Légende : cellule remplie : salle informatique ; cellule non remplie : rétro ou vidéo-projecteur ; cellule encerclée : séance choisie pour l'analyse ; séance barrée : séance non prise en compte dans l'analyse.

Tableau 7 : les séances choisies pour l'analyse

Présentons rapidement les séances du deuxième type :

Brune, dans sa séance sur les « droites parallèles » a fait l'usage d'un retro-projecteur et d'un vidéo-projecteur avec Cabri. Le temps d'utilisation du logiciel était très court.

Les élèves de Bernard ont travaillé sur les ordinateurs avec un logiciel didacticiel pendant en demi-classe pendant deux séances. Une grande autonomie leur a été laissée, l'enseignant se consacrant à la demi-classe travaillant en papier/crayon. Dans une autre séance de Bernard, effectué en salle informatique, consistant à l'usage d'un vidéo-projecteur par l'enseignant a également été éliminée. La raison pour laquelle nous l'avons pas inséré dans notre corpus d'analyse est la suivante : Bernard a choisi l'usage d'un ordinateur avec le logiciel Cabri relié à un vidéo-projecteur. Il s'agissait d'une séance de révision des notions. Les figures étaient préenregistrées dans le logiciel, l'action principale de l'enseignant sur le logiciel a consisté à appuyer sur le bouton « play » dans 'Revoir la construction' pour afficher pas à pas les étapes d'une construction. Le déplacement a été exploité pour attirer l'attention des élèves sur les propriétés géométriques des figures. La séance était ainsi très cadrée par l'enseignant, ce qui nous a amené à placer la séance dans le second type. La transcription de cette séance se trouve en annexe de la thèse (cf. Annexe 5, § 5.5) Bernard n'ayant ainsi aucune séance de premier type, nous ne lui consacrons pas de chapitre. La présentation de Bernard et de son profil se trouve en Annexe 4.4.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Les séances de Bruno sont de premier type. Nous en avons cependant retenu une seule pour une analyse détaillée dans le chapitre consacré à cet enseignant car elles nous sont apparues très proches du point de vue de l'activité de l'enseignant et des élèves et en analyser plusieurs n'aurait pas apporté davantage.

2.4. Séances analysées : deux types d'usages de la GD

Parmi les quatre séances retenues pour une analyse approfondie, nous distinguons deux types d'usages de la GD que nous avions repérées dans l'analyse des manuels (cf. chap. IV).

- GD comme environnement d'étude de l'élève : il s'agit de deux séances de l'enseignante Anne et une séance de l'enseignante Brune. Dans ces séances, les élèves travaillent sur ordinateur et les tâches proposées ne se conçoivent pas sans la GD. Les chapitres consacrés à ces enseignantes constituent la troisième partie de la thèse.
- GD au service de l'enseignement : il s'agit d'une séance de l'enseignant Bruno. La technologie est utilisée comme un outil d'enseignement piloté par l'enseignant. Le chapitre consacré à cet enseignant constitue la quatrième partie de la thèse.

Un troisième type d'usages de la GD identifié dans des manuels a été appelé « GD proposée alternativement à l'environnement papier-crayon ». C'est-à-dire que certaines tâches font intervenir la GD de façon optionnelle alternativement à l'environnement papier-crayon, laissant le choix libre d'utiliser ou non la GD pour la résolution. Nous n'avons pas rencontré dans les séances auxquelles nous avons assisté ce type de pratique.

2.5. Méthode d'analyse des séances

Nous présentons d'abord notre recueil de données. Nous explicitons ensuite, comment nous avons exploité ces données et structuré nos analyses.

2.5.1. Recueil de données

Le recueil de données relatif aux séances varie en fonction de la disponibilité des enseignants pour les entretiens et des possibilités d'enregistrement audio. Pour chacune des séances (sauf exception) nous disposons des données suivantes :

- un entretien rapide avec l'enseignant juste avant la séance ;
- l'enregistrement audio de la séance effective à l'aide d'un magnétophone et un micro-cravate ;
- un entretien avec l'enseignant juste après la séance ou des courriers électroniques par lesquels l'enseignant fait part de ses remarques ;

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

- les tâches préparées pour les élèves.

Pour chacune des séances, les trois premières données ont été transcrites en leur intégralité. Cela constitue le protocole d'une séance. Ces protocoles se trouvent en annexe de la thèse (cf. Annexe 5). Dans les analyses de séances nous avons emprunté certains extraits de protocoles. De façon à faciliter la lecture de ces extraits, il nous semble important d'expliciter les conventions de transcription que nous avons adoptées. Ceci est l'objet du paragraphe suivant.

2.5.2. Conventions de transcription des protocoles : identification des locuteurs, éléments para-verbaux, intonation

Chaque séance a été nommée de la façon suivante : le pseudonyme de l'enseignant est suivie par le niveau de classe observée, et enfin, par un chiffre romain désignant l'ordre de réalisation de la séance d'observation (pour les séances d'un même enseignant). Par un exemple la séance « Anne-5-I » désigne la première séance d'observation avec l'enseignante Anne dans une classe de 5^{e}.

Dans le protocole l'enseignant est désigné par son pseudonyme. Comme les séances ont été enregistrées à l'aide d'un magnétophone et d'une micro-cravate portés par l'enseignant, les élèves ne sont pas tous identifiables. L'élève est désigné par la lettre « E » (« E1 » et « E2 » quand les élèves travaillent en binôme et sont distingués à l'écoute), ou son prénom lorsqu'il est identifié. Lorsque la parole appartient à plusieurs élèves, cela est mentionné par « Es ».

Le caractère « * » est précédé de l'intervention de l'enseignant quand il s'adresse à un élève ou à un groupe d'élèves lors d'une intervention collective ou d'un dialogue avec un autre élève.

Nous avons signalé entre parenthèses en italique et en rouge les éléments liés au contexte situationnel, comme par exemple, la description d'une "scène" de la séance, certains gestes des locuteurs. Les passages inaudibles ont été signalés dans le même format. En principe, les intonations n'ont pas été marquées. Nous avons utilisé la ponctuation traditionnelle afin de transcrire l'intonation. Néanmoins, dans certains cas, nous avons signalé les accentuations des enseignants en souligné.

2.5.3. Structure de l'analyse d'une séance

Suivant les données disponibles, l'analyse d'une séance est structurée en trois sections principales. A l'issue de ces trois sections, dans la conclusion, nous confrontons l'activité prévue et réelle de l'enseignante, afin de mettre en évidence, d'une part, les potentialités de la

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

GD perçues et mises en oeuvre effectivement, et d'autre part, les décalages (s'il y a lieu) découlant des contraintes que nous identifierons. Voici comment se présentent les trois sections d'une analyse :

a) « Présentation de la séance et analyse a priori »

Elle concerne la présentation de l'objectif de la séance, la description de la classe et de l'organisation pédagogique/matérielle de l'enseignante, l'analyse des tâches proposées aux élèves et enfin le regard a priori de l'enseignante sur la séance.

Quant l'élève dispose d'une fiche de travail –ce qui est le cas pour les séances de Anne et Brune- nous avons affiné l'analyse des tâches en adoptant une méthode d'analyse : nous avons découpé les tâches prescrites sur la fiche de travail de façon à marquer les **'étapes'** du travail demandé aux élèves. Les tâches élémentaires dans chacune de ces étapes ont constitué ainsi les **'sous-étapes'**. Ce découpage nous a offert un "système de codage" de la fiche de travail, permettant le référencement des tâches pendant l'analyse. Pour structurer et analyser les tâches prescrites aux élèves, nous avons définit les "grands" *types de tâches* par référence aux *genres de tâches* (Chevallard, 1999).

L'analyse est conduite de façon à repérer *l'activité potentielle*[13] de l'élève et les difficultés qui peuvent se présenter. Les difficultés liées à l'utilisation du logiciel ont été localisées à l'aide des résultats de notre étude sur les contraintes de GD et plus particulièrement du logiciel utilisé (cf. chap. VI).

L'activité de l'élève et les difficultés qu'il rencontre ont de façon évidente un fort impact sur l'activité de l'enseignant. C'est pourquoi, bien que notre travail ne porte pas directement sur la réalisation des tâches par les élèves, nous entrons dans l'analyse a priori de la séance par une étude des activités et difficultés potentielles de l'élève, de façon à émettre des hypothèses sur l'activité de l'enseignante pendant le déroulement effectif.

Les éléments ainsi rassemblés permettent de préciser quelles potentialités de la GD d'une part sont présentes dans le discours a priori de l'enseignante et d'autre part sont en jeu dans les tâches proposées.

[13] Nous utilisons ce terme en référence aux travaux de A. Robert sur la méthode d'analyse des pratiques des enseignants. Voici dans quel sens Robert (2002) emploie ce terme : « Potentielles, car nous vérifions pas qu'elles se réalisent effectivement. » (p.6)

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

b) « Observation de la séance effective »

Nous sommes amenés à structurer les analyses des séances en fonction de deux types d'usages de la GD mentionnés ci-haut. Les séances concernant le type d'usage « GD comme environnement d'étude de l'élève » intègrent systématiquement des unités de dialogues élève(s)-enseignant, alors que la séance relative au type d'usage « GD au service de l'enseignement » ne permet pas d'effectuer un tel découpage, le discours de l'enseignant étant dominant.

Les séances relatives au type d'usage « GD comme environnement d'étude de l'élève »

Nous avons procédé à un découpage du déroulement effectif de la séance en unité de '**dialogue**'. Nous avons retenu la signification suivante de ce terme dans le dictionnaire Hachette: « Ensemble des paroles échangées par les personnages d'un film, d'une pièce de théâtre ». Un dialogue est donc constitué d'un échange entre l'enseignante et un élève identifié ou non.

Dans le découpage du protocole, les dialogues n'incluant pas d'éléments mathématiques ou de leçon n'ont pas été pris en compte, comme par exemple l'appel au silence, la mise en place de deux groupes d'élèves…

Pour l'analyse de la séance effective, nous avons essayé d'interpréter ce qui se passe lors des dialogues suivant l'objet de l'intervention de l'enseignante ou de la sollicitation par les élèves, c'est-à-dire la tâche à effectuer par l'élève et qui motive l'intervention. C'est pourquoi nous présentons l'analyse selon les types de tâches proposées aux élèves. Nous nous appuyons pour cela sur notre analyse a priori des tâches. Le système de codage de la fiche de travail d'une part (exemple : 2.1 désigne la première sous-étape de l'étape 2), et du protocole d'autre part (exemple : D13 désigne le dialogue de numéro 13) nous permet de référencer de façon commode l'étape/sous-étape dont il est question dans chacun des dialogues.

La séance relative au type d'usage « GD au service de l'enseignement »

Dans cette séance l'enseignant suit un parcours précis et défini d'avance. Cela nous a amené à identifier des phases du déroulement de la séance. Une phase signifie dans le langage courant « chacun des états successifs par lesquels passe une chose en évolution » (le dictionnaire Hachette). Puis, selon les tâches proposées aux élèves, nous avons procédé à un découpage du déroulement en 'étape'.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

c) « Regard a posteriori de l'enseignant »

Cette section a l'objet de présenter les réflexions de l'enseignant vis-à-vis de son projet/organisation prévu et effectif. Ceci est important dans la mesure où les déclarations de l'enseignant peuvent expliquer certaines situations observées.

2.5.4. Conclusion par enseignant sur les potentialités et usages observés

Comme nous l'avons déjà mentionné, les analyses de séances se trouvent dans les troisième et quatrième parties, selon les deux types d'usages de la GD adoptés par les enseignants. Dans chacune de ces parties, à l'issue des analyses de séance de chacun des enseignants, nous conclurons sur les potentialités et les usages observés. Dans ces conclusions, nous partirons du profil des enseignants et des potentialités de la GD/TICE qu'ils ont pu percevoir. Ensuite, nous confronterons ces données à ce qui s'est réellement passé dans les classes.

Afin de mieux comprendre les situations liées à l'utilisation des logiciels, nous avons d'abord réalisé une étude sur les logiciels utilisés pendant les séances. Cela est l'objet de notre chapitre suivant.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Chapitre VI

Les logiciels de GD utilisés par les enseignants en classe : une entrée par les contraintes

Introduction

Dans le chapitre II, l'étude des travaux de recherche sur la GD, nous a permis de cerner à un niveau général les potentialités de la GD. Les logiciels de GD sont conçus de façon à "concrétiser" ces potentialités. Néanmoins, ils se diffèrent par les choix des concepteurs. Ces "choix" se font nécessairement à travers un processus de *transposition informatique* (Balacheff, 1994) sous l'effet duquel les objets du savoir implémentés dans un système informatique se voient transformés. Cette transformation est générée souvent à des degrés divers : la représentation d'un objet, la manière dont on obtient (construit) ou manipule un objet... Le fonctionnement d'un environnement informatique est ainsi soumis à certaines contraintes, induites par les choix des concepteurs. Nous faisons l'hypothèse que ces "contraintes" sont susceptibles d'avoir une influence sur l'activité de l'élève et de l'enseignant. L'élève doit en effet disposer de connaissances "spécifiques", liées à la GD et aux mathématiques pour pouvoir surmonter ces contraintes. Le but de ce chapitre est donc de dégager les caractéristiques spécifiques des logiciels utilisés par les enseignants pendant les séances d'observation[14] afin de localiser d'une part les contraintes qu'ils imposent à l'utilisateur, et d'autre part, les difficultés qu'elles peuvent engendrer si des connaissances relatives ne sont pas acquises.

Il nous importe de rappeler qu'il existe dans la recherche, des études sur les contraintes imposées par la technologie. Mentionnons particulièrement, le travail de thèse de Defouad (2000) dont une partie porte sur l'élaboration d'une typologie de contraintes relatives à une calculatrice symbolique, la TI92. Il se réfère aux travaux de Rabardel (1995), Balacheff

[14] Seulement deux logiciels (Cabri et Geoplan) utilisés dans les séances choisies pour analyse sont présentés. Un troisième étant utilisé dans d'autres séances (GeospaceW) présente des fonctionnalités similaires à Geoplan.

(1994) et Trouche (1996) dans lesquels des typologies diverses sont proposées. En se basant sur ces travaux, Defouad élabore une typologie qui tient compte davantage des caractéristiques de la technologie TI92. Il centre sa réflexion sur les cinq applications essentielles lors de l'utilisation de la TI92 (HOME, Y=, WINDOW, GRAPH, TABLE) et sur une fenêtre éventuellement partagée (MODE). A l'issue de l'analyse de ces applications, Defouad considère la machine TI92 comme un ensemble de contraintes que l'élève doit affronter et propose la typologie suivante : les *contraintes syntaxiques*, les *contraintes d'usage* et les *contraintes internes*. Ces trois types de contraintes demandent l'intervention des *connaissances-machines* à quatre niveaux, qui sont plus ou moins accessibles par l'utilisateur. Ces connaissances correspondent en effet aux informations dont tient compte la machine lors de la manipulation.

L'étude que nous venons de mentionner sous-entend que l'identification des contraintes de l'environnement informatique -d'une façon générale- ne suffit guère à la compréhension fine d'une technologie particulière. Nous avons choisi de mettre en évidence les contraintes de la GD (et particulièrement de deux logiciels) à l'aide des manipulations possibles que la GD permet à l'utilisateur, sans s'attacher aux typologies existantes.

Précisons aussi que, nous allons attirer l'attention sur certains aspects de deux logiciels utilisés par les enseignants, sans que cela soit un "manuel d'utilisation" ou un "comparatif" de logiciels, en prenant principalement en compte le contexte dans lequel ils ont été utilisés dans les séances analysées. Il s'agit des environnements GD **Cabri** et **Geoplan** dont les versions correspondent aux plus récentes lors des observations de classes, soit Cabri-géomètre II et GeoplanW-2 sous le système d'exploitation Windows pour PC. Précisons qu'à terme, cette étude servira de référence à l'analyse des séances relative aux logiciels.

Dans les trois sections du chapitre, nous présentons d'abord les interfaces et certains termes clés liés aux logiciels Cabri et Geoplan. Ensuite, dans les deux dernières sections, nous explicitons respectivement les choix des concepteurs relatifs à un processus de création d'un objet, et à la manipulation d'un objet à l'interface.

1. Interfaces Cabri et Geoplan : question de vocabulaire

Du fait que deux différents logiciels ont été utilisés par les enseignants, lors des analyses de séances nous nous sommes heurtés à une question de vocabulaire spécifique aux logiciels,

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

privilégié par leurs concepteurs. Le vocabulaire a été spécifié dans le manuel d'utilisation des logiciels. Il nous a paru judicieux d'employer des termes communs aux deux logiciels, principalement pour assurer une clarté dans la lecture de la suite de notre thèse. Présentons ci-dessous les interfaces de deux logiciels comme élément de référence :

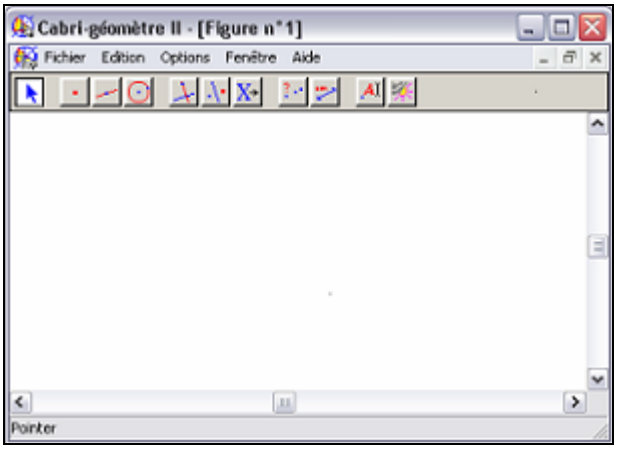


Figure 6 : interface de Cabri

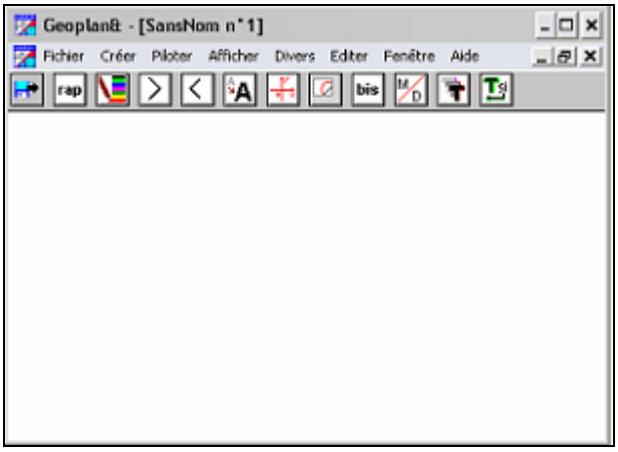


Figure 7 : interface de Geoplan

1.1. Les 'Primitives'

Cabri et Geoplan sont des environnements GD ouverts, dans lesquels, en principe, l'élève doit communiquer son procédé de tracé pour construire des figures. Cette communication se fait par l'intermédiaire de choix de primitives disponibles dans les menus des logiciels. Dans ce contexte, primitive caractérise l'entrée servant à manipuler un logiciel. Les termes équivalents choisis par les concepteurs de Cabri et Geoplan sont respectivement « outil » et « article ». Dans notre travail le terme '**primitive**' remplace ces deux utilisations, d'une part, pour offrir une clarté à la lecture en évitant l'usage de deux différents mots (outil, article) ayant la même signification (primitive), et d'autre part, notamment en référence à la thèse de Soury-Lavergne (1998), pour éviter une confusion entre les différentes significations de chacun de ces termes, par exemple entre « outil Cabri » et « *outil* » utilisé en didactique des mathématiques (Douady, 1986).

1.2. Les 'Menus'

Cabri et Geoplan se distinguent tout d'abord au niveau de leur organisation des menus, la structuration des commandes et des primitives dans chacun de ces menus. Dans Cabri, les commandes et les primitives sont réparties dans deux barres principales du logiciel, appelées « barre de menus » et « barre d'outils » par ces concepteurs. La barre de menus intègre les

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

commandes usuelles d'un programme informatique, classées dans les menus tels que 'Fichier', 'Edition','Options', 'Fenêtre' et 'Aide'. La barre d'outils est constituée de « boîtes à outils » contenant des outils (primitives) permettant de créer et de manipuler la figure. Il s'agit des boîtes déroulantes, dans lesquels les primitives sont organisées selon une logique de regroupement de primitives présentant des caractères communs. Il existe ainsi 5 groupes de boîte à outils, séparés par une espace dans la barre d'outils (cf. Figure 6). Les voici selon l'ordre de leur présentation dans la barre d'outils[15] : 'Pointeurs' (1 boîte), 'Création' (3 boîtes), 'Construction' (3 boîtes), 'Propriétés et mesures' (2 boîtes), 'Présentation' (2 boîtes).

Dans Geoplan, à la différence de Cabri, une seule barre contient tous les menus du logiciel (« barre de menus »), Il s'agit d'une part, des menus intégrant des commandes usuelles des logiciels, et d'autre part, de ceux relatifs à la création et manipulation des objets, contenant des primitives. Il existe ainsi 8 menus : 'Fichier', 'Créer', 'Piloter', 'Afficher', 'Divers', 'Editer', 'Fenêtre', 'Aide'. Précisons aussi que, Geoplan ne distingue pas la création (introduction d'éléments libres) et la construction (définition d'éléments dépendants d'éléments déjà présents) dans la barre des menus, à la différence de Cabri. Le menu de création et de construction est le menu 'Créer'. Il existe une deuxième barre qui propose 11 boutons iconiques d'accès rapide à une sélection de primitives. Il s'agit des menus déroulants comme c'est le cas dans Cabri. Seule différence apparente réside dans l'organisation interne des menus : Geoplan intègre, essentiellement dans le menu 'Créer', de nombreux sous-menus et aussi de sous sous-menus.

Nous avons choisi d'employer le terme '**menu'** pour désigner les « menu / boîte à outils », et de préciser les **'sous-menu/sous sous-menu'** quand cela est nécessaire.

2. Processus de création d'un objet

Précisons tout d'abord que les mots '**création'** et '**objet'** sont utilisés dans un sens large : « création d'un objet » renvoie en effet à effectuer des opérations afin d'obtenir à l'interface des objets de types divers (mathématique, mesure, nom, aspect…). La création d'un objet peut être considérée comme un processus qui se réalise en trois étapes :

[15] Cette catégorisation a été référencée à partir de la page d'Internet suivante : http://maths.creteil.iufm.fr/Second_degre/module_info/presentation_cabri.htm.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

1. Quelle primitive choisir?
2. Comment l'activer?
3. Comment entrer les données relatives à l'objet à créer?

Schéma 3 : les étapes du processus de création d'un objet

Comme illustré par le Schéma 3, le processus débute par un choix de primitive dans les menus (§ 2.1). Il s'agit précisément dans cette étape d'une interrogation ou d'une réflexion de l'élève sur la primitive correspondant à sa recherche (ou tâche de création). Une fois la primitive à utiliser repérée, la deuxième étape consiste à l'activer (§ 2.2). Dans la dernière étape du processus, l'élève doit entrer les données relatives à l'objet à créer (§ 2.3).

La manipulation de l'interface s'effectue à l'aide de la souris. Les deux gestes courants relatifs à l'utilisation de la souris sont les suivants :

- **cliquer :** appuyer sur le bouton gauche de la souris et la relâcher ;
- **bouger :** glisser (ou déplacer) la souris en maintenant le bouton gauche enfoncé.

Dans les deux cas, sauf mention contraire, la pression est exercée sur le bouton gauche de la souris. Notons aussi qu'il existe la possibilité d'usage des raccourcis de clavier pour la manipulation des logiciels. Nous n'aborderons pas cet aspect, s'adressant plutôt à notre sens, aux utilisateurs "expérimentés" des logiciels.

2.1. Primitive en tant que "représentation d'un objet" en référence à l'environnement papier-crayon : nécessité d'une transposition des consignes ?

Cabri et Geoplan se distinguent au niveau de la présentation des primitives dans leurs menus. Cabri fournit un affichage ico-textuel des primitives : chaque objet est représenté par une primitive qui se compose d'une icône comportant un dessin relatif à cet objet et d'un texte le décrivant d'une façon brève. Voici quelques exemples :

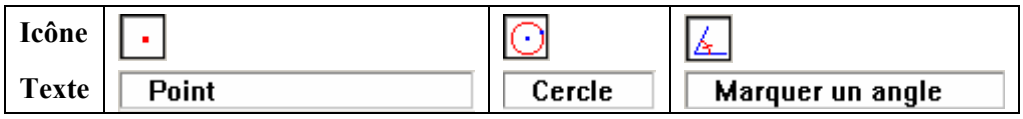


Figure 8 (Cabri)

Geoplan ne possède pas d'icône dans ses menus. Une primitive Geoplan se compose d'un texte renvoyant à l'objet à créer. Ce texte est à constituer en fonction de l'endroit où se trouve la primitive. Illustrons ceci par l'exemple suivant :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Figure 9 (Geoplan)

La manière dont l'objet à créer est représenté par les primitives peut avoir une influence sur l'activité de l'élève. Dans le cas où la primitive à utiliser n'est pas explicite dans la consigne (consigne de type "non presse-bouton"), une tâche importante de l'élève consiste à choisir la primitive correspondant à l'objet dont la création est demandée. L'affichage de la primitive constitue alors une source d'aide à la sélection, tant par le nom du menu dans lequel se trouve la primitive, tant par son image ou le nom qu'elle porte. Nous supposons que la présence de nombreuses primitives dans les menus va susciter chez l'élève l'action de rechercher une primitive ayant le même nom que l'objet demandé dans la consigne. L'élève va ainsi "aller à la pêche" pour sélectionner une primitive, plus particulièrement dans Geoplan du fait de la présence des sous-menus et sous sous-menus demandant une exploration systématique des primitives. Cependant, les consignes papier-crayon ne renvoient guère à la primitive à choisir dans les menus. Le **choix de primitive** nécessite souvent une transposition de la tâche papier-crayon en tâche informatique. Explicitons ceci par un exemple :

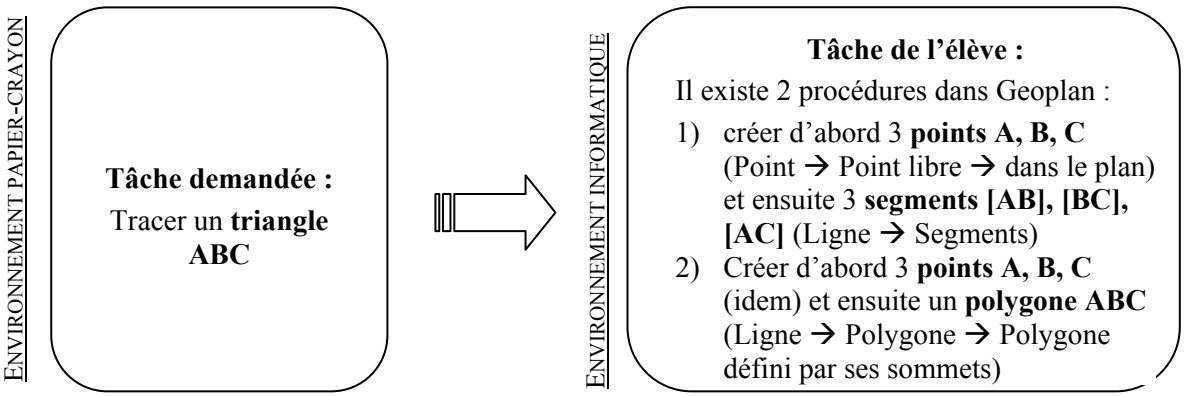


Schéma 4 : transposition d'une tâche papier-crayon en une tâche informatique

Ce schéma illustre la création d'un objet 'Triangle' pour laquelle il n'existe pas de primitive portant le même nom ('Triangle') dans les menus de Geoplan. Comme nous pouvons le constater, l'élève doit prendre conscience des **créations préalables** (§ 2.3.3) pour achever la création d'un triangle.

Précisons que la tâche de l'élève se détermine par le contexte de sa réalisation. Par exemple, pour Geoplan, dans le cas où la tâche demandée consiste à créer un segment, la tâche de l'élève varie en fonction de l'existence des points comme extrémités de ce segment sur la **feuille de travail** (§ 3.1). S'ils ne sont pas créés dans une tâche précédente, la tâche de l'élève

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

consiste à créer d'abord 2 points et ensuite un segment ayant comme extrémités ces deux points. S'ils sont déjà créés, la tâche de l'élève consiste alors à créer seul un segment.

2.2. 'Activer/désactiver' une primitive : déroulement des menus

Les termes **'activer/désactiver'** une primitive correspondent respectivement à rendre opératoire une primitive pour son utilisation à l'interface, et, à annuler son activation. Rappelons que pour les deux logiciels il s'agit des menus déroulants. Cependant, les gestes relatifs au déroulement des menus et à l'activation/désactivation d'une primitive changent d'un logiciel à l'autre.

Dans Cabri, on clique sur l'icône du menu dans lequel se trouve la primitive recherchée (Figure 10). La primitive correspondant à l'icône de la barre s'active aussitôt. L'activation d'une primitive est signalée par un fond blanc, elle peut directement être utilisée. Si la primitive recherchée se trouve dans le menu de l'icône désignée, il faut alors maintenir le bouton gauche de la souris enfoncé pour afficher le menu, glisser et relâcher la souris une fois la primitive activée. Une primitive reste active jusqu'à l'activation d'une autre et on peut créer plusieurs objets (de même type) jusqu'à sa désactivation. Cependant, l'inconvénient est que, une mauvaise gestion de la souris (clics pendant le déplacement ou manipulation de l'objet créé) peut entraîner une création involontaire des objets. Si l'on ne souhaite pas utiliser d'autres primitives, il suffit de cliquer sur la barre de menus ou d'activer la primitive 'Pointer'.

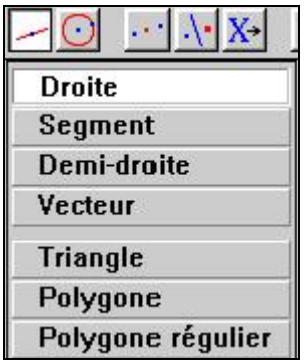


Figure 10 (Cabri)

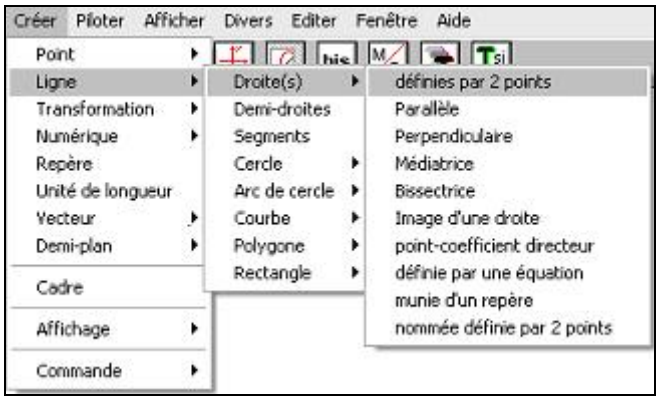


Figure 11 (Geoplan)

Dans Geoplan, une fois cliqué sur le nom de menu, le menu correspondant s'affiche (Figure 11). Par un glissement de la souris, il est possible d'explorer non seulement les sous-menus, mais aussi d'autres menus de la barre. Un deuxième clic est nécessaire pour activer la primitive. Une boîte de dialogue s'affiche, dans laquelle l'élève doit saisir les données

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

demandées relatives à l'objet à créer (§ 2.3.2). La primitive reste active jusqu'à la validation des saisies et la désactivation se fait par l'appui sur le bouton 'Annuler' de la boîte de dialogue. Comme nous l'avons déjà dit, pour choisir et activer une primitive, l'élève doit systématiquement dérouler les menus. Remarquons que pour la création consécutive d'un même objet, il est possible d'éviter le déroulement des menus, en appuyant sur le bouton iconique 'bis' qui permet d'accéder à la dernière primitive activée (seulement pour certaines primitives, en particulier celles utilisant une boîte de dialogue), la dernière boîte de dialogue s'affiche aussitôt.

2.3. Entrée des données : quelques exemples

2.3.1. Cabri : création d'une manière "intuitive"

Comme nous l'avons précisé dans le paragraphe 2.2, une fois la primitive sélectionnée en moyen de la souris, elle est active et prête à servir à la création de l'objet pour laquelle elle est destinée. Cabri permet d'entrer les données relatives à l'objet à créer d'une manière intuitive, c'est-à-dire, il suffit de pointer la souris à l'interface comme un crayon, et en fonction de la primitive active, la création débute ou se réalise. Les techniques de création varient selon l'objet à créer.

A titre d'exemple, illustrons la création d'une droite. L'élève doit activer la primitive 'Droite'. Dans la **zone de travail** (§ 3.1), il faut effectuer un premier clic pour obtenir un point et un deuxième pour définir la direction de la droite voulue (on peut aussi tracer une droite à partir de deux points existants dans la feuille de travail). Au premier clic on voit déjà apparaître une droite, il est possible que cela ne donne à l'élève la nécessité d'un deuxième clic pour sa réalisation effective. En cas de difficulté, l'élève a la possibilité de consulter le menu 'Aide' de Cabri. Une fois la fenêtre d'aide affichée à l'interface, on obtient une description brève de ce que peut permettre la primitive active. Par exemple, l'aide de la primitive 'Droite' est la suivante : « Construit la droite déterminée par un point et sa direction ou par deux points ».

a) Explicitation des relations entre les objets pendant la création

Dans le cas où deux points par lesquels la droite doit passer seraient créés au préalable, l'élève doit suivre les messages discursifs affichés en fonction de la position du pointeur par rapport aux objets existants dans la zone de travail. Il faut qu'il désigne les deux points par la souris pour éviter une création "au jugé" ou "à l'œil". L'affichage d'une droite au premier clic peut

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

causer une erreur chez l'élève : il est possible que l'élève passe par le deuxième point à l'œil, ce qui va produire une création "invalide" dans ce contexte.

b) Messages discursifs et figuratifs comme aide à la création

Dans Cabri, les messages discursifs et figuratifs ont une fonction d'aide à la création. Quand le pointeur s'approche d'un objet, d'un élément de la figure un message discursif apparaît, il aide à expliciter et à établir les relations entre les objets créés et en cours de création. Les différents curseurs affichés en moyen du déplacement de la souris dans la zone de travail renseignent sur l'action à réaliser, l'utilisateur doit cependant être en mesure d'interpréter ces signes.

c) Gestion des situations d'ambiguïté

La création intuitive peut poser une difficulté quant à l'explicitation des relations entre les objets. L'existence de plusieurs objets à proximité du curseur rend difficile l'obtention d'un message discursif. Dans ce cas, il s'agit d'une situation d'ambiguïté, Cabri informe cela par le message « Quel objet ? » accompagné d'un pointeur d'une forme de loupe. L'élève doit alors, afficher le menu déroulant et y choisir l'objet correspondant à sa recherche en glissant la souris, comme illustré par la Figure 12. Dans cette figure les objets ne sont pas nommés, par conséquent, le menu d'ambiguïté n'affiche pas les objets avec leur nom. La sélection de l'objet peut dans ce cas devenir problématique pour l'élève. Le menu est en effet contextuel dans la mesure où les objets sont nommés.

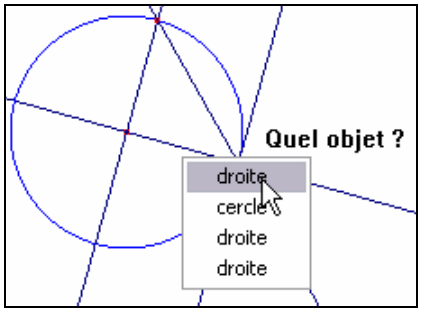


Figure 12 (Cabri)

2.3.2. Geoplan : 'saisie de données', passage obligé pour la création

Dans Geoplan, toute création nécessite la saisie de données relatives à l'objet à créer dans une boîte de dialogue. Chaque boîte de dialogue dispose d'un titre caractérisant cet objet. Voici quelques exemples de boîte de dialogue :

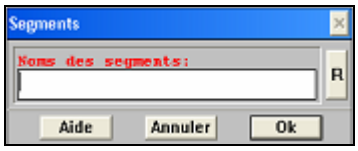


Figure 13 (Geoplan)

Figure 14 (Geoplan)

Figure 15 (Geoplan)

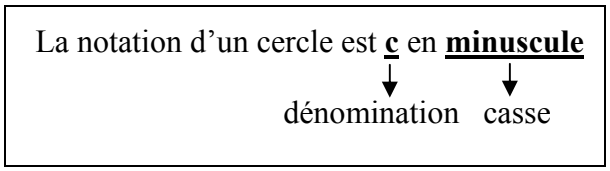
tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

La saisie s'effectue en reportant dans les cases correspondantes la notation (le nom) de l'objet (ou des objet) à créer et celle des objets existants dont le nouvel objet va dépendre. La saisie peut aussi bien s'effectuer par la sélection des objets existants à l'aide de la souris qu'à l'aide du clavier en tapant directement leur notation. La création est effective une fois la saisie validée par le bouton 'Ok'. La saisie de données nécessite une réflexion à deux niveaux : **notation** et **technique**.

a) Notation

Rapport aux conventions mathématiques

Selon les conventions mathématiques, chaque objet mathématique est représenté par une notation constituée de caractères alphabétiques, numériques ou symboliques. Par exemple, la notation d'un cercle est la lettre c en minuscule. Le cercle, aussi bien d'autres objets de base en géométrie peuvent se distinguer par la dénomination et la casse du caractère utilisé dans leur notation. Prenons l'exemple de la notation du cercle pour expliciter les termes casse et dénomination :



Pendant la saisie de données, Geoplan ne contrôle pas la notation attribuée aux objets en fonction des conventions mathématiques. Il est par exemple possible de créer un point O avec un o minuscule, un segment sans crochets ou avec crochets. Cependant, une notation doit commencer par un caractère alphabétique, il n'existe pas de restriction pour les caractères suivant le premier.

Contrainte de 'nommer' les objets

Geoplan demande de **'nommer'** les objets à créer. Même si cela est exigé, à l'exception des points créés, le nom attribué n'est pas affiché à l'écran. Dans le cas où la création est basée sur un objet déjà créé, l'élève doit référencier dans la boîte de dialogue cet objet par son nom. Il est possible qu'il oublie le nom qu'il a attribué à l'objet en question. Dans ce cas, le seul moyen de le savoir est de consulter les actions exécutées dans le logiciel. A cette fin, il peut soit utiliser la primitive 'Rappels' du menu 'Afficher' (il existe dans la barre du logiciel un bouton d'accès rapide à cette primitive: 'rap') ou la primitive 'Historique' du menu 'Divers'.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Objets prédéfinis

La notation prise peut être utilisée une seule fois. L'élève ne peut prendre les notations i, j, o, x, y. Cela vient du fait que ces objets sont prédéfinis dans le logiciel comme éléments du repère. Si par exemple, l'élève prend la notation i pour une création, un message d'erreur signalant qu' « il existe déjà un objet i » sera affiché. L'élève qui n'a pas créé un tel objet peut alors se demander d'où vient cette information. La liste des objets prédéfinis dans le logiciel sont consultables dans le 'Rappel des objets' ('rap').

Distinction de la casse d'un caractère

Geoplan distingue la casse du caractère utilisé pour la notation. Cela peut demander l'attention de l'élève en cas de saisie d'une notation qu'il a déjà prise : par exemple, s'il se trompe pendant la saisie d'un point A existant en le saisissant avec un a en minuscule, il sera averti par le message d'erreur suivant : « Le nom a est inconnu ».

Anticipation de la création des objets similaires

La création répétitive d'un objet mathématique oblige l'élève d'adopter différentes notations pour un seul objet mathématique. Par exemple, en général la notation spontanément adoptée pour un cercle est la lettre c en minuscule. Dans le cas où l'élève doit en créer plusieurs, pour qu'il ne perde pas le contrôle des objets créés, il lui faudrait anticiper la création des objets similaires par avance, en suivant l'ordre de c1, c2, c3… pour leur notation.

b) Technique

Pour rendre la saisie de données la plus "économique" possible, ou pour éviter les erreurs de saisie, il faut à l'élève connaître certaines techniques de saisie. Ces techniques n'ont pas de lien avec les connaissances mathématiques. En voici quelques exemples en fonction de la primitive sélectionnée :

- saisie de plusieurs objets (de même type) dans une seule boîte de dialogue. Par exemple, on peut saisir plusieurs segments dans une même boîte de dialogue, en mettant de l'espace (ou non) entre chacun ;
- saisie d'un seul objet (de même type) dans une seule boîte de dialogue. Par exemple, on ne peut saisir plusieurs cercles dans une même boîte de dialogue. Pour ce type de création, afin de ne pas perdre de temps, il faut avoir recours à l'utilisation de la fonction 'bis'.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

2.3.3. Nécessité d'une 'création préalable'

Même si les primitives dans les menus semblent accessibles pour leur utilisation en raison de non présence des primitives désactive ou indisponible à l'affichage, par exemple par une couleur de fond pâle, il faut savoir qu'on ne peut utiliser certaines primitives avant que les objets dont ils dépendent soient créés. Ces objets relèvent alors dans ce contexte des '**créations préalables'**.

a) Degré de nécessité d'une création préalable selon les logiciels

Dans Geoplan, la création de point est à la base de toute création relative aux objets mathématiques. Même si une primitive 'Segment' existe dans les menus, la création préalable de deux points est nécessaire. Dans Cabri, la primitive 'Segment' permet de créer un segment sans aucune création préalable. Les points comme extrémités de ce segment sont créés en même temps que la création du segment. Cabri demande les créations préalables particulièrement pour les primitives de trois boîtes de construction (au sens de Cabri). Il s'agit des primitives qui ne peuvent être utilisées qu'après une création préalable. Par exemple l'utilisation de la 'Perpendiculaire' nécessite la création d'un autre objet à laquelle la droite doit être perpendiculaire.

b) Déterminer la nécessité d'une création préalable : aide de Geoplan

Comment est-ce que l'élève peut prendre conscience de la nécessité d'une création préalable pendant l'utilisation des logiciels ? Cabri, ni Geoplan ne sont pas des didacticiels qui guident l'élève en cas de difficulté, s'agissant particulièrement des *environnements ouverts d'apprentissage*. Dans Cabri, toute primitive peut être activée, si son utilisation requiert la création préalable d'un objet, aucun objet ne peut être créé à l'interface. Cela peut donner à l'élève l'impression que le logiciel s'est planté. L'élève a l'initiative de consulter l'aide de Cabri qui ne fournit que la fonction de la primitive. Par exemple, l'aide relative à la primitive 'Droite perpendiculaire' est la suivante : « Construit la droite passant par un point et perpendiculaire à une direction (droite, segment, demi-droite, axe, vecteur ou côté d'un polygone) ». Dans cette description, l'élève doit chercher l'information nécessaire à résoudre son problème.

Dans Geoplan, face à ce genre de problème l'élève est averti par un message d'erreur. Par exemple, la tentative de création d'un segment [AB] échoue si les points A et B ne sont pas créés au préalable. Dans ce cas, une fois que l'élève valide sa saisie dans la boîte de dialogue, un message d'erreur s'affiche (Figure 16).

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

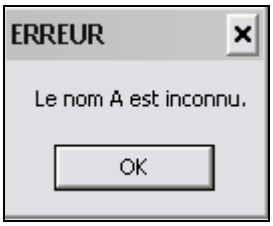


Figure 16 (Geoplan)

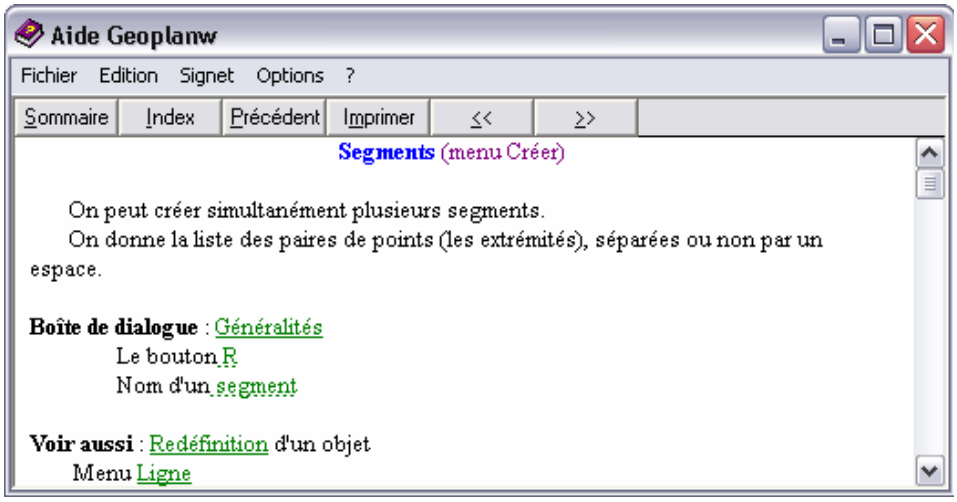


Figure 17 (Geoplan)

Comme nous pouvons le remarquer, le message est contextuel et ceci peut aider l'élève. Il existe également un bouton d'aide dans chaque boîte de dialogue à laquelle l'élève peut se référer. Ce bouton renvoie à une fenêtre (Figure 17) dans laquelle les explications ne nous semblent pas assez claires à ce niveau, en effet, elles ne sont pas contextualisées et il existe de nombreux liens hypertextes dont l'activation peut éloigner l'élève de son activité mathématique.

2.3.4. Points de "différente" nature

Les logiciels font intervenir en particulier la notion de "point libre" qui se distingue de façon flagrante de la notion de "point" dans l'environnement papier-crayon. Un point libre est un point qui ne dépend pas d'autres objets (par exemple, point libre dans le plan), ou qui n'en dépend que dans une certaine mesure (par exemple, point libre sur un objet).

Dans Cabri, le menu de 'Point' propose trois primitives telles que 'Point', 'Point sur un objet', 'Point sur deux objets' ; alors que dans Geoplan, le sous-menu de 'Point' intègre de nombreuses primitives relatives aux points de différente nature. L'élève doit être capable de choisir le point recherché relatif à une tâche de création d'un point. Les primitives Geoplan sont relativement "contextuelles" par rapport à celles de Cabri. Par exemple, plusieurs primitives Geoplan correspondent à une seule primitive Cabri 'Point sur un objet'. Notons en quelques-unes: 'Point' → 'Point libre' → 'sur un segment' / 'sur une demi-droite' / 'sur un cercle' /…

Discutons maintenant le choix des concepteurs pour la création de point d'intersection de deux objets : la primitive Cabri 'Point sur deux objets' est destinée à créer le(s) point(s)

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

d'intersection de deux objets. Une technique de création consiste à désigner chaque objet pour créer leur(s) point(s) d'intersection. Dans ce cas là, l'élève n'a pas de contrôle sur cette création, tous les points d'intersection seront d'emblée créés. Une deuxième technique serait de cliquer avec la souris à l'apparition du message « à cette intersection » à l'approchement du pointeur à l'intersection visible de deux objets. La primitive 'Point' aussi peut être utilisée si l'on souhaite créer un point d'intersection de deux objets à une intersection précise. Par ailleurs, il est possible que l'élève sélectionne la primitive 'Point' quelque soit la nature du point à créer. Cela ne provoquera pas en principe d'erreur, car à l'approchement du pointeur à l'objet (ou aux objets) un message de type « sur cette droite », « à cette intersection » s'affichera, par conséquent la création dépendra de cet objet (ou ces objets).

Geoplan propose 3 primitives relatives à la création de point(s) d'intersection : 'Point' → 'Intersection 2 droites' / 'Intersection droite-cercle' / 'Intersection 2 cercles'. Pour l'élève qui doit créer par exemple le point d'intersection d'un segment et d'un cercle, le choix de primitive peut être difficile à réaliser, puisqu'il n'existe pas de primitive 'Intersection segment-cercle'. La primitive 'Intersection droite-cercle' doit être sélectionnée, la notation du segment sera utilisée pour la droite.

2.3.5. Création des mesures : question de décimalisation

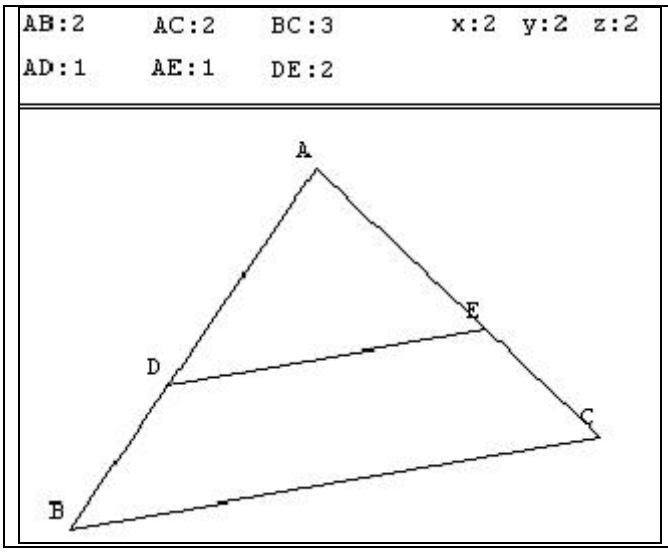
Dans les deux logiciels, la mesure est une approximation, les calculs aussi. Le degré de cette approximation affichée est défini par la décimalisation de la mesure. Cabri définit dans le menu 'Options' la décimalisation par défaut : 2 chiffres après la virgule pour les longueurs et 1 chiffre pour les angles. Dans Geoplan, c'est à la charge de l'élève de la définir lors de la saisie de données.

Selon la tâche demandée à l'élève, la décimalisation des mesures peut en effet jouer un rôle déterminant dans l'observation des propriétés géométriques ou dans la conjecture. L'élève, aussi bien que l'enseignante, doivent bien anticiper/choisir la décimalisation de sorte que ceci ne fasse pas l'obstacle à l'observation mathématique. Nous illustrons ceci par deux exemples :

1. Plus on augmente le nombre de décimales après la virgule, plus la gestion de la souris pour obtenir une mesure avec précision est délicate. Par exemple, au moyen du déplacement, il est plus difficile d'obtenir un nombre entier pour la mesure d'un angle avec plusieurs décimales qu'avec zéro décimale.
2. Dans la configuration de Thalès ci-dessous, l'élève cherche à vérifier par la mesure des longueurs de côtés si les triangles ABC et ADE sont semblables. Il va donc vérifier si les trois

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

côtés 2 à 2 sont proportionnels. Les longueurs des côtés sont affichées en nombres entiers. Les résultats relatifs au calcul des rapports des longueurs de côtés aussi sont affichés en nombres entiers. Ces résultats confirment que les deux triangles sont semblables, car ils sont arrondis automatiquement par Geoplan. Par contre, dans certaines configurations (par déplacement), les longueurs des côtés ne justifient pas l'égalité des rapports des longueurs comme illustré dans la Figure 18. Observons les mesures relatives à cette configuration particulière, en prenant 0 et 2 décimales et découvrons les résultats qui peuvent en découler :



La conjecture attendue :

$$ABC \approx ADE \Leftrightarrow \frac{AB}{AD} = \frac{AC}{AE} = \frac{BC}{DE}$$

Les valeurs et le résultat avec 0 décimale :

$$\frac{2}{1} = \frac{2}{1} \neq \frac{3}{2}$$

⇒ ABC et ADE ne sont pas semblables

Les valeurs et le résultat avec 2 décimales :

$$\frac{2,45}{1,47} = \frac{2,18}{1,31} = \frac{3}{1,81} = 1,66$$

⇒ ABC et ADE sont semblables

Figure 18 (Geoplan)

Il nous semble important aussi d'illustrer la technique de création des mesures dans les deux logiciels. Voici ci-dessous, à titre d'exemple, la création de la mesure d'un angle.

a) Création de la mesure d'un angle dans Cabri

La primitive correspondante est la 'Mesure d'angle'. Une fois activée, il suffit de désigner 3 points à l'aide de la souris, la mesure s'affiche aussitôt. Dans le cas où les points n'existent pas, on peut les créer lors de la création de l'angle.

b) Création de la mesure d'un angle dans Geoplan

Il existe deux procédures pour la mesure d'un angle :

1. Il faut dans un premier temps sélectionner le sous sous-menu 'Angle géométrique' : 'Créer' → 'Numérique' → 'Calcul géométrique' → 'Angle géométrique'. Le nom du sous-menu sélectionné ('Numérique') ne renvoie en aucun cas à la mesure d'un angle, donc le choix de primitive peut être difficile pour l'élève. Dans la boîte de dialogue affichée, l'élève doit modifier le type d'unité d'angle proposé par défaut : radian en degré. Ensuite, il faut savoir que les mesures ne s'affichent pas d'office à l'écran.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Alors dans un deuxième temps l'élève doit à nouveau explorer les menus, la primitive correspondante se trouve dans le menu 'Créer' : 'Affichage' → 'Variable numérique déjà définie'. Il est possible que ceci aussi soit difficile à associer à la mesure d'un angle. Dans la boîte de dialogue affichée, on demande d'abord de saisir le nom de la variable à afficher. Cela correspond au nom de la mesure de l'angle saisie dans la boîte de dialogue précédente. Donc il faut que l'élève se rappelle de la notation qu'il a utilisée. Ensuite, pour le nombre de décimales un nombre entre 0 et 6 est proposé. L'élève doit être en mesure de choisir un nombre qu'il peut gérer efficacement.

2. L'élève a la possibilité d'aller directement au sous-menu 'Affichage' et y choisir la primitive 'Affichage d'une mesure d'un angle géométrique'. Comme, pour la *1re procédure* le choix de primitive peut ne pas aller de soi pour l'élève. La saisie demandée est une "compilation" de celles de deux boîtes de dialogues affichées pour la *1re procédure*, sans que l'affectation d'un nom à la mesure soit nécessaire :

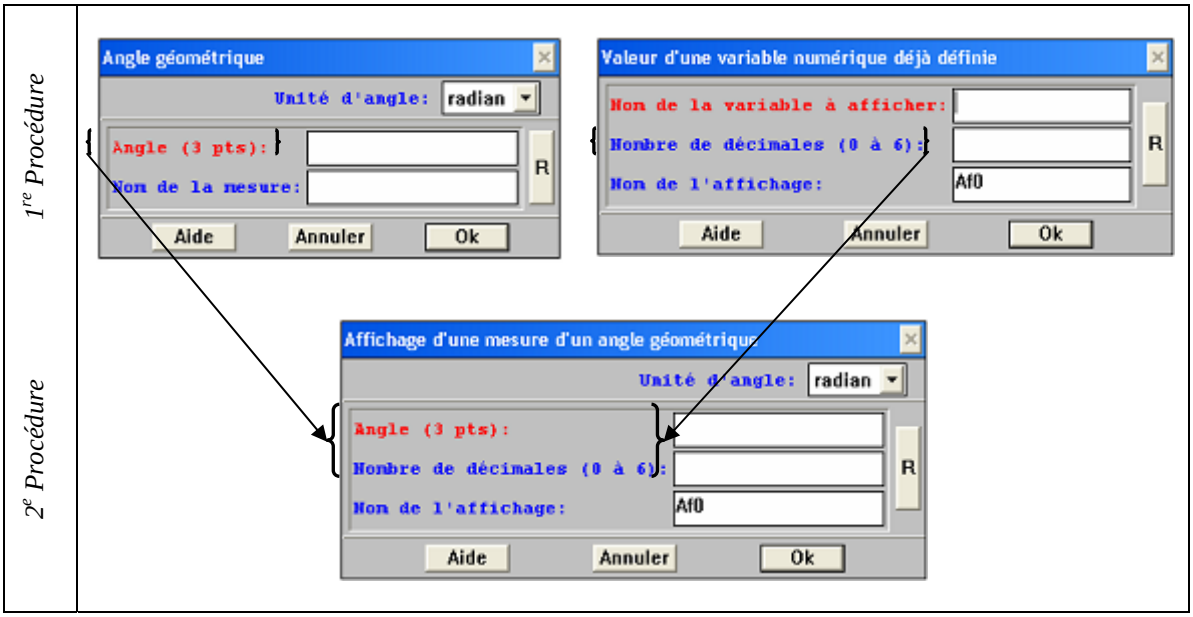


Schéma 5 (Geoplan)

Comme nous pouvons le remarquer, la *1re procédure* nécessite une démarche spécifique et laborieuse, la *2e procédure* semble d'être plus économique.

Précisons aussi que Geoplan affiche les mesures de façon aléatoire à l'écran. Il est tout de même possible de ranger les données en déplaçant les mesures à l'aide de la souris.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

3. Manipulation d'un objet à l'interface

3.1. Position géométrique d'un objet : zone / feuille de travail

Dans les logiciels on distingue une zone (ou fenêtre) de travail et une feuille de travail : la zone de travail correspond à ce que l'on dispose visuellement à l'interface du logiciel pendant la manipulation. La feuille de travail est un espace relativement grand par rapport à la zone de travail qui n'en est qu'une portion. La gestion de ces feuilles peut poser de problème à l'élève dans certains cas particuliers. Par exemple, dans la zone de travail si l'intersection des droites n'est pas visible, cela peut être obstacle pour l'élève à l'interprétation des résultats mathématiques.

Etudions maintenant, quels moyens l'élève doit mobiliser pour gérer les zone/feuille de travail. Cabri dispose d'une feuille de papier virtuelle de 1m² et de deux barres de défilement (ou ascenseur, pas de terme spécifié) disposées en bas et à droite de l'interface permettant de visualiser les différentes zones possibles. La gestion de la feuille de travail est également rendue commode grâce à la primitive 'Montrer la page'. Rappelons que la création s'effectue d'une façon intuitive, l'élève a alors la liberté de choisir la position géométrique de l'objet qu'il veut créer dans la zone de travail.

A la différence de Cabri, Geoplan ne dispose pas de barre de défilement et la grandeur de la feuille n'est pas spécifiée par les concepteurs. La visualisation de différentes zones de travail s'effectue en cliquant sur le bouton droit de la souris et en la enfonçant. Un pointeur d'une forme de main apparaît à l'aide de laquelle on peut défiler la feuille dans la direction souhaitée. Il se peut que l'élève perde la zone de travail initiale, dans ce cas il peut y revenir à l'aide de la primitive 'Revenir au cadrage initial' du menu 'Afficher'. Il existe également la possibilité de réduire le dessin par une homothétie centré au centre de l'écran en utilisant la primitive 'Réduire' du même menu ou le bouton correspondant dans la barre d'outils. Précisons aussi que l'élève n'a pas la possibilité de choisir l'endroit de la création des points libres, étant la base de toute création d'objets mathématiques. Une position à chaque point libre est attribuée d'une façon aléatoire par Geoplan. Une fois qu'ils sont créés, notamment en cas de points trop éloignés les uns des autres, l'élève peut les déplacer à l'aide de la souris dans le but de s'offrir une gestion plus facile de la feuille de travail.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

3.2. 'Effacer' un objet : 'supprimer' ou 'cacher'

'Effacer' un objet s'entend dans les logiciels en deux sens : l'un est '**supprimer** 'qui efface un objet créé définitivement. L'autre est **'cacher'** par lequel l'objet créé est rendu invisible. Précisons que ces deux procédures sont réversibles : supprimer, dans l'immédiat en utilisant la primitive 'Annuler' (commune aux deux logiciels) ; cacher, en utilisant la primitive 'Cacher/Montrer' pour Cabri et sélectionner 'dessiné' dans la **boîte de styles** pour Geoplan. Explicitons ci-dessous brièvement les connaissances liées à ces deux manières d'effacer un objet. Sans rentrer en détail en ce qui concerne les gestes techniques associés, précisons dans ce qui suit, seulement qu'ils s'effectuent dans Cabri de manière intuitive et dans Geoplan en moyen des **boîtes de sélection** :

Cabri propose plusieurs techniques de suppression d'un objet, par l'intermédiaire de la primitive 'Effacer' du menu 'Edition' ou à l'aide de la touche del (ou suppr) du clavier. Dans les deux cas les objet ou d'éléments d'objets à supprimer doivent être sélectionnés au préalable à l'aide de la souris (ou si l'on veut tout supprimer, on peut s'en servir de la primitive 'Tout sélectionner' du menu 'Edition'. Dans Geoplan, il faut sélectionner la primitive 'Supprimer' du menu 'Divers', une boîte de sélection comportant la liste des objets créés s'affiche. Il faut y sélectionner l'objet à effacer et valider. La difficulté de l'élève peut être liée à un manque des connaissances suivantes : « la suppression d'un objet entraîne la suppression automatique des objets dépendants de sa création » et « la suppression d'un objet n'entraîne pas la suppression des objets qui ne dépendent pas de sa création ». Par exemple, dans Cabri, pour effacer une droite (créée dans le plan), il suffit de sélectionner le point d'origine servant à sa création. Si l'on efface la droite en cliquant juste dessus, ce point ne sera pas effacé.

Pour cacher un objet, il faut utiliser dans Cabri la primitive 'Cacher/Montrer'. Cette primitive est utilisée à la fois pour cacher et montrer un objet. Une fois la primitive activée, à la sélection intuitive des objets, les objets sélectionnés seront cachés, mais resteront visibles en pointillé lorsque la primitive est active. Cet affichage en pointillé sert en effet à sélectionner les objets cachés pour les rendre à nouveau visibles (montrer). Dans Geoplan, la primitive 'Style crayon' du menu 'Divers' a la même fonction que 'Cacher/Montrer' de Cabri. Il existe un bouton d'accès rapide à cette primitive dans la barre du logiciel. Une fois sélectionnée, une boîte de styles s'ouvre qui propose de nombreux styles pour modifier l'aspect des objets créés, dont 'non dessiné' et 'dessiné'. Les styles 'non dessiné' et 'dessiné' servent respectivement à cacher un objet créé et à montrer un objet caché. A leur activation, il faut

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

choisir les objets concernés dans la boîte de sélection affichée, comportant le rappel des objets. Pour cacher les objets, une fois le style 'non dessiné' active, on peut aussi sélectionner directement les objets à l'aide de la souris à l'interface.

Les primitives ayant la fonction de cacher un objet, peuvent être utilisées pour effacer le contenu inutile d'une figure. Par exemple, une primitive qui serait 'Segment perpendiculaire' n'existe dans aucun de deux logiciels. Un élève qui doit reproduire un rectangle, doit se servir de différentes primitives et créer par conséquent plusieurs objets à l'interface. La figure finale n'étant pas la reproduction d'un rectangle, il lui faut cacher les objets inutiles. Certaines tâches peuvent alors entraîner la création d'une figure trop chargée à l'interface, ce qui peut être à la limite un obstacle à l'observation mathématique. Dans ce cas, l'élève doit systématiquement avoir recours à cacher les objets qui chargent inutilement la figure. Si la création d'un objet n'est pas l'enjeu de l'activité de l'élève, pour éviter les figures inutilement chargées, l'enseignant a la possibilité de créer des primitives servant à créer l'objet en question. Il s'agit d'une création de 'Macro' en sens de Cabri et 'Prototype' en sens de Geoplan.

3.3. 'Déplacer' un objet

Il n'existe pas de primitive de menu ayant une fonction de déplacer un objet en vue d'observer les configurations possibles ou bien des modifications d'une figure[16]. Déplacer un objet s'effectue à l'aide de la souris. Le geste technique à cet effet est relativement facile : une fois cliqué sur un objet, le déplacement se réalise en bougeant la souris jusqu'à l'endroit souhaité en maintenant le bouton gauche de la souris enfoncé. Deux connaissances de base sont les suivantes : « on ne peut déplacer une figure que par un objet qui a servi à sa création » et « on ne peut déplacer une figure par un objet qui en dépend ». Par exemple, on ne peut pas déplacer une figure par un point d'intersection qui lui appartient, qui dépend donc de cette figure.

Une difficulté possible est la prise de conscience de la nécessité du déplacement. L'élève doit savoir que le déplacement est une fonction principale des logiciels de GD, et qu'il a la liberté totale d'utiliser cette fonction (sauf mention contraire dans la tâche). Il doit alors déplacer les objets sans même que cela lui soit demandé. Par exemple, dans le cas où l'intersection de deux droites sécantes n'est pas visible à l'interface, l'élève peut bien avoir du mal à prendre

[16] Geoplan propose dans son menu 'Piloter' une primitive 'Piloter au clavier' qui permet de déplacer les objets sélectionnés dans une boîte de sélection à l'aide du clavier. Nous ne développons pas ici cet aspect.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

conscience de l'existence de cette intersection et de la possibilité de consulter les différentes zones de la feuille de travail.

4. Synthèse

Nous avons considéré deux situations dans lesquelles un élève peut se trouver lors de l'utilisation d'un logiciel de GD. La première est une situation où l'élève réalise les étapes du processus de création d'un objet. La deuxième correspond à la manipulation d'un objet à l'interface. Dans ces deux situations nous nous sommes interrogés sur quatre points :

- l'action que l'élève doit réaliser ;
- la contrainte logicielle relative à cette action ;
- le choix des concepteurs relatifs à cette contrainte ;
- la connaissance spécifique nécessaire à surmonter cette contrainte.

Les Schéma 6 et Schéma 7 synthétisent les résultats de ce chapitre, respectivement pour chacune des deux situations en reprenant ces quatre points et en les croisant avec les actions nécessaires.

L'étude du processus de création d'un objet nous a permis de distinguer quatre actions (Schéma 6) : l'élève doit d'abord choisir la primitive correspondant à l'objet à créer. Ceci est en relation directe avec une autre action, celle de choisir l'ordre de création des objets. Ces deux actions forment la première étape du processus. Les actions suivantes sont d'activer la primitive choisie (deuxième étape), et d'entrer les données relatives à l'objet à créer (troisième étape).

Concernant la manipulation d'un objet à l'interface nous avons distingué les trois actions de positionner, effacer et déplacer un objet (Schéma 7).

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

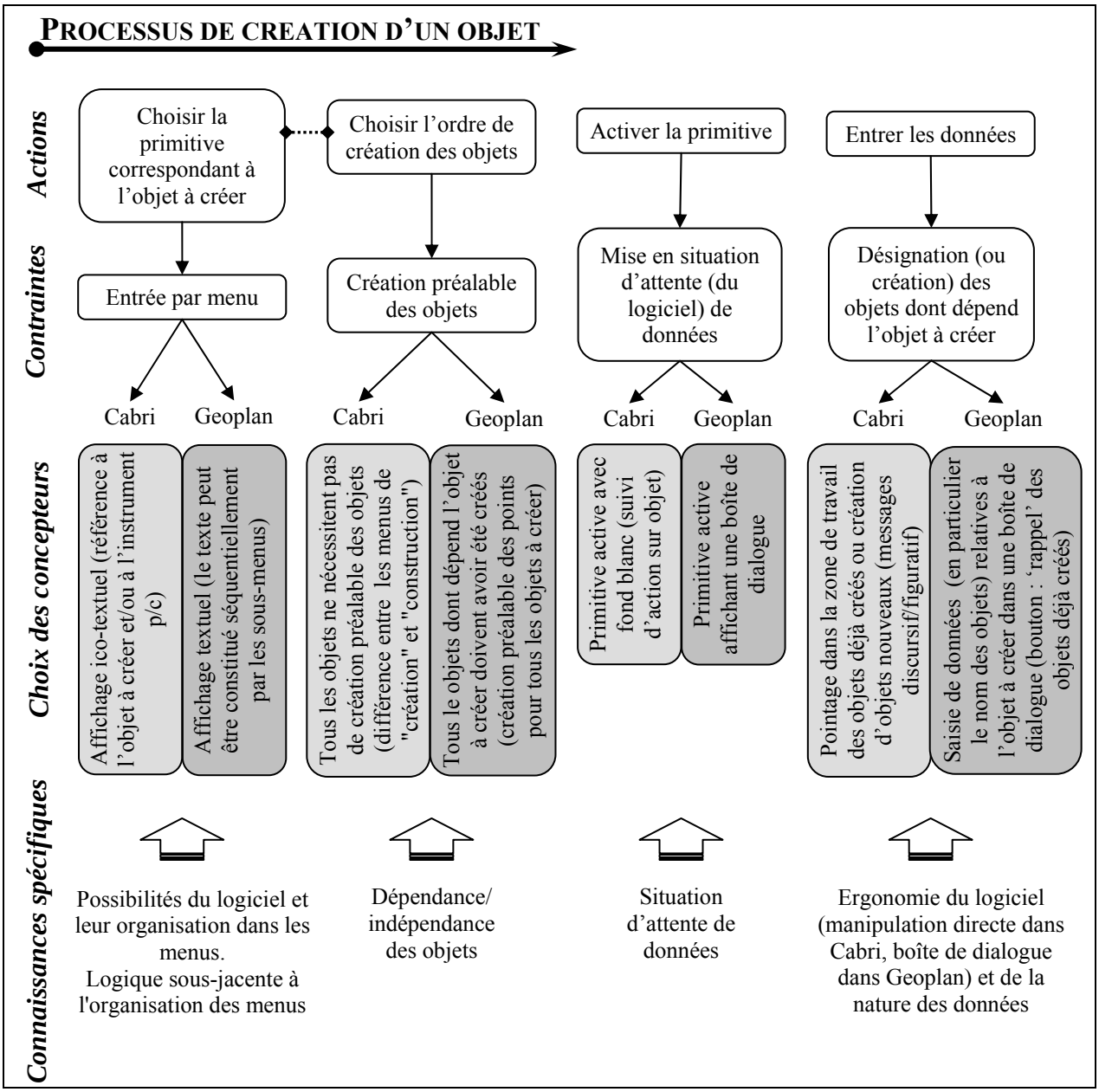


Schéma 6 : les contraintes des logiciels Cabri et Geoplan dans un processus de création d'un objet

Commentons ci-dessous le Schéma 6 en reprenant les 4 actions numérotées de gauche à droite.

Action 1

Pour la première action, l'élève est confrontée à la contrainte d'entrée par des menus. Dans Cabri, nous supposons que l'affichage ico-textuel des primitives peut guider l'élève dans cette action (choix d'une primitive), car il présente une référence à l'objet à créer ou à l'instrument papier-crayon relatif à la création. Geoplan intègre ses primitives dans des menus, des sous-menus, mais aussi dans des sous sous-menus. L'affichage des primitives est textuel, et selon l'endroit où elles se trouvent, l'élève est confronté à constituer le nom d'une primitive par de

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

textes séquentiels (présence de sous sous-menus). Les menus sont organisés et structurés par des primitives selon une logique propre à chacun de deux logiciels. Dans Cabri, chaque menu regroupe des primitives d'une certaine classe : pointeurs, points, création, construction… Il faut systématiquement les dérouler pour voir leur contenu. Si bien que Geoplan procède par regroupement des primitives d'une manière semblable, l'organisation des menus présente des caractéristiques d'emboîtement "style poupée russe". Dans les deux cas, l'élève est amené à "aller à la pêche" des primitives en explorant des menus. Pour une utilisation plus efficace du logiciel, il doit alors connaître d'une part, les possibilités offertes par des logiciels en termes du choix de primitives, et d'autre part, la logique sous-jacente à l'organisation des menus et des primitives.

Action 2

Le choix d'une primitive peut solliciter une réflexion au niveau de l'ordre de création des objets. Certaines créations nécessitent une création préalable d'un objet et le degré de cette nécessité varie d'un logiciel à l'autre. Prenons l'exemple de la primitive 'Cercle' existant dans les deux logiciels. Tandis que dans Cabri cette primitive peut être directement utilisée, dans Geoplan la création d'un cercle impose la création préalable d'autres objets comme points ou segments. Cabri met plus en valeur la cohérence "mathématique" qui intervient pendant la création d'un objet. Par exemple, la création d'une médiatrice suppose obligatoirement la création préalable d'un segment ou d'une droite. Le degré de nécessité d'une création préalable est relativement élevé dans Geoplan qui demande la création préalable de tous les objets dont dépend l'objet à créer. La connaissance spécifique pour surmonter cette contrainte relève d'un repérage de la dépendance ou indépendance des objets.

Action 3

Une fois la première étape du processus de création d'un objet franchie, il faut activer la primitive. Cette étape s'avère assez "courte", s'agissant de sélectionner la primitive choisie dans le menu à l'aide de la souris. A travers cette action, le logiciel est mis en attente de données. Il faut alors savoir que, la sélection d'une primitive ne génère pas "automatiquement" la création d'un objet. Une primitive active est signalée dans Cabri par une couleur de fond blanche de la primitive dans le menu. Une fois la primitive active, on peut directement entrer les données par manipulation directe des objets à l'interface (Action 4). Dans Geoplan, à la sélection d'une primitive à l'aide de la souris, une boîte de dialogue relative à l'objet à créer s'affiche automatiquement. Il y faut saisir les données relatives à l'objet à créer.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Action 4

A la dernière étape du processus, il faut entrer les données relatives à l'objet à créer. La communication des données aux logiciels est notablement différente et demande une connaissance relative à l'ergonomie des logiciels. Cabri, par son caractère intuitif offre à l'utilisateur la possibilité de manipulation directe des données. Ceci se réalise par pointage dans la zone de travail des objets déjà créés ou création d'objets nouveaux à l'aide de la souris. Selon le cas, les messages discursifs ou figuratifs apparaissent à l'écran permettant de créer un lien entre les objets ou la communication entre l'utilisateur et le logiciel. Geoplan, à la différence de Cabri, contraint son utilisateur à saisir les données relatives à l'objet à créer dans une boîte de dialogue. L'élève ne fait pas du tout l'action de "dessiner" (comme dans Cabri) qui consiste à un geste courant en géométrie, tout se réalise par "commander" au logiciel. La nature des données varie d'une primitive à une autre, seule contrainte commune consiste à "nommer" les objets. Pour certaines créations cela est implicite, par exemple, pour la création d'un segment si bien qu'on demande de saisir les « noms des segments », il est attendu d'entrer les noms des points comme extrémités des segments. D'autres données à saisir, peuvent par exemple être « le nombre de décimales pour afficher une mesure », « les coordonnées relatives à un rectangle (défini par des coordonnées) telles que abscisse gauche, ordonnée bas, largeur et hauteur ».

Paradoxalement, les noms des objets "exigés" par Geoplan ne sont pas affichés sur le dessin, à l'exception des noms des points. Il n'y a pas de possibilité de les afficher, au contraire la primitive 'Noms des points affichés (F4)' permet de rendre invisible les noms des points. Il s'agit donc d'une contrainte interne pour Geoplan à la différence de Cabri pour lequel les objets peuvent exister sans nécessairement être nommées. Cependant, l'appui sur le bouton 'R' présent dans chaque boîte de dialogue fait ouvrir une boîte de saisie 'Rappels utiles' comportant une liste des objets créés. Ainsi, l'utilisateur peut se référer à cette liste pour saisir les noms des objets qui n'apparaissent pas à l'écran.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

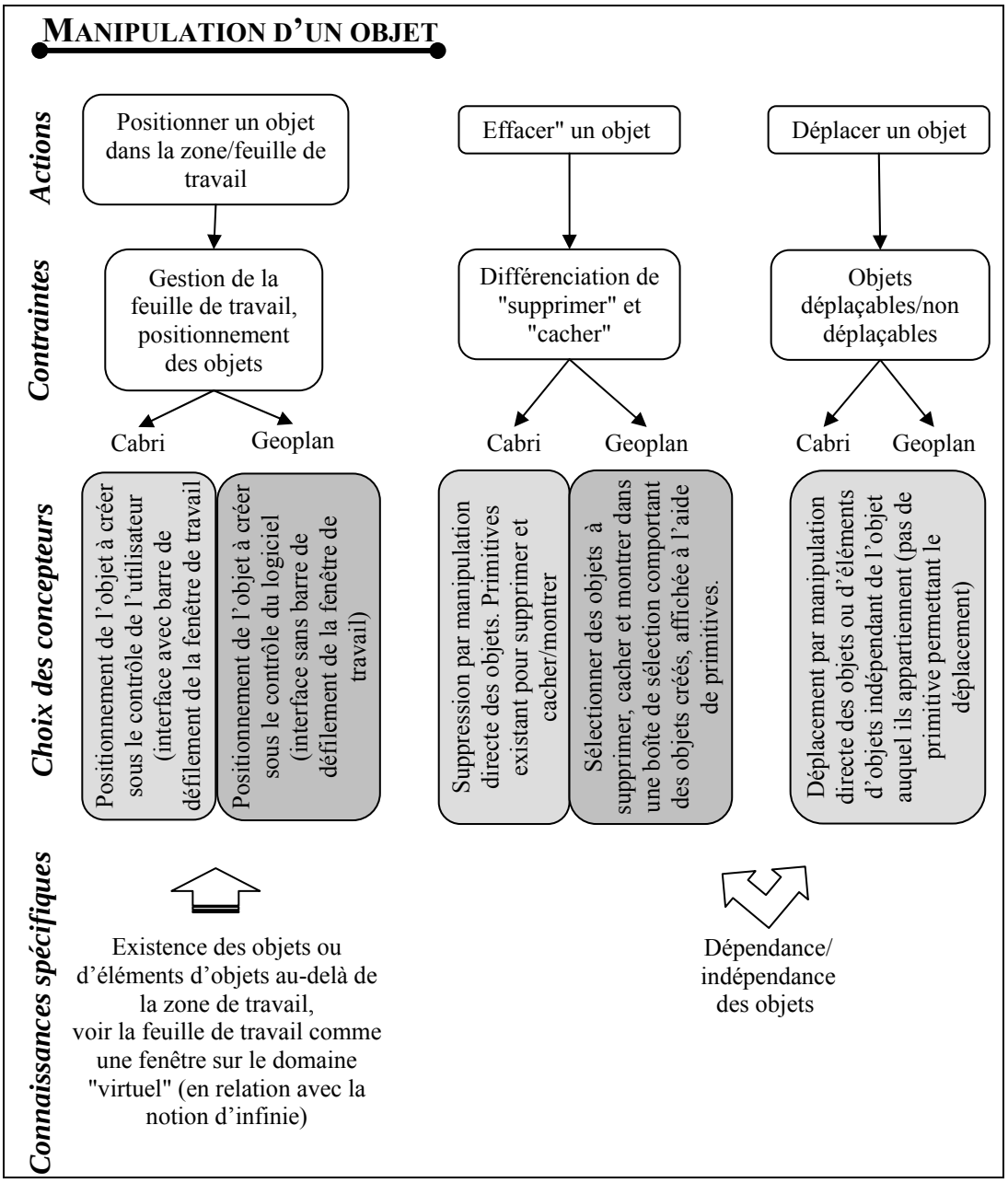


Schéma 7 : les contraintes des logiciels Cabri et Geoplan lors d'une manipulation d'un objet

Commentons ci-dessous le Schéma 7 en reprenant les 3 actions numérotées de gauche à droite suivies des 4 actions du Schéma 6.

Action 5

Les deux logiciels contraignent l'utilisateur à gérer la position des objets créés sur la feuille de travail. Dans Cabri, le positionnement initial des objets est laissé à l'initiative de l'utilisateur. L'élève peut créer par exemple un segment en pointant la souris à l'endroit qu'il veut sur la zone de travail. Alors que Geoplan attribue une position pour les points créés (comme des créations préalables pour la création de chaque objet) de façon aléatoire sur la zone de travail. Les deux logiciels offrent à l'élève d'observer le dessin au-delà de la zone de travail. Si

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

l'élève crée une droite, il doit être conscient que la droite a une continuité sur toute la feuille de travail, puis qu'elle fait intervenir la notion d'infinie. Ou alors, un dessin peut être assez grand et occuper par conséquent une place plus grande que la zone sur laquelle il a été créé. A l'interface de Cabri existent deux barres de défilement de la feuille de travail. Geoplan ne possède pas de barre de défilement, la gestion de la feuille de travail est soumise à une manipulation spécifique à l'aide de la souris.

Actions 6 et 7

Pour les actions 'effacer' et 'déplacer' un objet, couramment utilisées lors d'une manipulation, l'élève doit prendre en compte la dépendance et l'indépendance des objets. Par exemple, l'effacement d'un objet entraîne l'effacement automatique de tous les objets dépendant de ce dernier (objet désigné pour effacer). Un objet dépendant d'un autre objet ne peut être déplacé.

Les contraintes relatives aux actions de 'effacer' et de 'déplacer' consistent à différencier respectivement « supprimer et cacher », « objets déplaçables et non déplaçables ». 'Supprimer' un objet se réalise dans Cabri par manipulation directe à l'aide de la souris et du clavier (touche del ou suppr). 'Cacher' se fait par l'intermédiaire d'une primitive. Dans Geoplan, on sélectionne l'objet à effacer (supprimer ou cacher) dans une boîte de sélection comportant des objets créés. Communément aux deux logiciels, le déplacement s'effectue par manipulation directe de l'objet à l'aide de la souris.

Conclusion

La partie I de la thèse s'est centrée sur l'étude des potentialités de la GD. Cette partie II est relative au contexte d'observation, et, dans ce chapitre, nous nous sommes intéressés aux caractéristiques des logiciels Cabri et Geoplan que les enseignants participant à notre étude ont choisi d'utiliser en classe. Nous avons fait l'hypothèse que si des logiciels de GD différents mettent en œuvre des potentialités communes, les choix de leurs concepteurs conduisent à des contraintes qui peuvent être spécifiques à chacun et influencer la façon dont la GD est utilisée dans la classe.

Nous avons pu identifier sept actions différentes, constitutives de l'activité avec la GD, et des contraintes propres à chacune. Nous avons montré que bien que ces contraintes soient communes aux deux logiciels de GD considérés ici, les choix des concepteurs font qu'elles

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

interviennent de façon différente pour l'utilisateur. Nous avons aussi identifié des connaissances spécifiques qu'un utilisateur doit pouvoir mobiliser pour prendre en compte ces contraintes. Comme pour les contraintes, nous avons pu exprimer ces connaissances indépendamment d'un logiciel, mais pour l'utilisateur, dans l'utilisation concrète, elles vont dépendre du logiciel.

Précisons que notre analyse a également mis en évidence l'importance des connaissances liées aux gestes particuliers relatifs à l'utilisation de la souris et du clavier pour la réalisation de chaque action. Nous avons vu que certaines difficultés peuvent se manifester si des connaissances liées à ces logiciels ne sont pas acquises. Les aides et les messages des logiciels sont rarement contextualisés, de ce fait ils peuvent difficilement aider l'élève à surmonter les difficultés de façon isolée. Tout dysfonctionnement peut inévitablement entraîner une sollicitation forte de la part de l'élève l'accompagnement de l'enseignant.

La caractéristique la plus distinctive de deux logiciels analysés est que Cabri offre une manipulation intuitive de ses primitives et des objets, alors que Geoplan privilégie la description des objets. L'enseignant doit considérer les spécificités du logiciel et la familiarisation des élèves avec ce dernier pour la préparation des tâches et prévoir/réfléchir son rôle pendant la séance en classe. L'acquisition des connaissances liées à l'utilisation des logiciels semble indispensable pour laisser un temps "significatif" à l'activité mathématique de l'élève. Cependant, comme l'affirment beaucoup de recherches, le temps nécessaire pour assurer une bonne maîtrise des logiciels peut s'avérer assez long.

Un but sous-jacent de ce chapitre était d'obtenir des éléments nous permettant d'une part d'analyser les actions des élèves et les interventions des enseignants participant à notre étude, les tâches proposées aux élèves, et d'autre part, d'interpréter les phénomènes liés à l'emploi d'un logiciel. A l'aide des résultats obtenus à l'issue de ce chapitre, selon le contexte de la séance observée, nous pouvons désormais chercher des réponses à certaines questions liées à l'emploi d'un logiciel. Par exemple, observer si l'enseignant prend compte du temps nécessaire à l'acquisition par l'élève des connaissances liées à l'emploi d'un logiciel, ou alors, si lui-même est conscient des contraintes logicielles. D'autres observations possibles consisteraient par exemple à différencier les actions (relatives à l'emploi d'un logiciel) pour lesquelles l'enseignant est plus ou moins impliqué ou non dans l'activité de l'élève et à mesurer la portée des interventions de l'enseignant.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Troisième partie

GD comme environnement d'étude de l'élève

Introduction

Chapitre VII : L'observation de Anne

Conclusion : potentialités et réalité des usages chez Anne

Chapitre VIII : L'observation de Brune

Conclusion : potentialités et réalité des usages chez Brune

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Introduction

Cette partie inclut deux chapitres relatifs aux observations des séances de Anne et de Brune. Il s'agit dans chacune des chapitres, de la présentation de l'enseignante à partir du premier entretien effectué, l'analyse de deux séances de l'enseignante Anne (chap. VII) et une séance de l'enseignante Brune (chap. VIII).

1. Présentation des séances de Anne

Deux séances observées dans les classes de 5^{e} et 4^{e} de Anne sont présentées dans l'ordre chronologique de leur réalisation. Pour les deux séances, l'enseignante choisit d'utiliser le logiciel pour introduire un nouvel thème mathématique : en 5^{e} celui de « cercle circonscrit à un triangle » et en 4^{e}, celui de « droites remarquables d'un triangle ».

Dans chacune des deux classes, ces séances ont été précédées de séances d'initiation quelques semaines auparavant. Les élèves n'ont pas eu d'autres séances utilisant la GD sur l'année.

La séance en 5^{e} a eu lieu en début février 2003 et celle en 4^{e} en fin avril 2003.

Nous disposons de données similaires pour les deux séances. Pour la première, notre recueil de données comprend un court entretien juste avant la séance, les tâches demandées aux élèves, la transcription de la séance effective à partir d'enregistrement audio et deux courriers de l'enseignante comportant de brefs commentaires sur la classe et la séance effectuée. Pour la deuxième, nous n'avons pas d'entretien avant-séance, mais nous en avons effectué un juste après la séance.

2. Présentation de la séance de Brune

Il s'agit d'une séance dans une classe de 6^{e} sur le thème « droites perpendiculaires ». Les élèves de cette classe présentent des difficultés d'ordre divers : retard d'apprentissage, difficultés relationnelles et sociales… La séance se déroule en salle informatique et consiste à une première rencontre des élèves avec ordinateur en classe. Les élèves ont un travail

individuel spécifique à GD à réaliser sur ordinateur. L'enseignante considère cette séance comme une séance d'initiation au logiciel Cabri et prévoit donc de guider ses élèves à l'aide d'un vidéo-projecteur.

Il s'agit d'une analyse particulière du fait que nous ne nous appuyons pas principalement sur le déroulement effectif de la séance, mais sur la confrontation entre les attentes et "angoisses" de l'enseignante a priori et le post-entretien qui montre une certaine satisfaction malgré les difficultés rencontrées pendant la séance. En effet, des problèmes d'enregistrement audio de la séance ne nous ont pas permis d'avoir des données suffisantes pour l'analyse de la séance effective et nous ont donc conduit à ce type d'analyse.

La séance a eu lieu en mi-janvier 2003. C'est la seule séance que l'enseignante a organisée en salle informatique durant l'année scolaire 2002-2003.

Notre recueil de données comprend les tâches demandées aux élèves, la transcription partielle de la séance effective à partir d'enregistrement audio et un post-entretien avec l'enseignante.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Chapitre VII

L'observation de Anne

1. Anne « l'ambitieuse »

Anne est enseignante depuis 12 ans. Elle participe au groupe « TICE »[17] dans le cadre de l'IREM de Paris 7, et manifeste donc un intérêt particulier pour ce domaine.

Elle utilise l'ordinateur depuis 9 ans pour son usage personnel et depuis 6 ans avec ses élèves. Dans son enseignement, elle a commencé l'utilisation des TICE avec un logiciel tutoriel fermé (SMAO6e). Néanmoins, elle considère qu'elle les utilise « vraiment régulièrement » depuis 4 ans avec le logiciel de GD Geoplan. Ce choix est principalement dû à la formation suivie lors de deux stages d'établissement. Elle précise qu'à la suite du premier stage, les enseignants de son établissement ont choisi d'acheter Geoplan. D'une part, son prix était intéressant, et d'autre part, parmi d'autres logiciels comme Cabri, l'usage de Geoplan a particulièrement été abordé par des formateurs :

> « On a choisi Geoplan plutôt que Cabri. Quand on va en stage, on en parle beaucoup plus de Geoplan que de Cabri, donc on n'a pas, euh, et c'est moins cher que Cabri, c'est beaucoup moins cher que Cabri. »

Dans son enseignement de la géométrie elle a travaillé avec ses élèves en salle informatique et a fait usage du vidéo-projecteur. Les logiciels utilisés ont été SMAO6e et Geoplan.

Elle enseigne dans deux classes de 5^{e} et deux classes de 4^{e} (dont l'une partagée avec un autre enseignant chargé d'enseigner la partie numérique, Anne n'enseigne que la partie géométrie). Ses classes de cette année ne sont pas encore familières avec Geoplan, donc elle prévoit une séance d'initiation pour chaque classe. Le fait que les élèves possèdent un ordinateur chez eux la rassure. Nous trouvons ses projets d'utilisation des TICE en classe très ambitieux : Internet,

[17] « Ce groupe travaille essentiellement dans deux directions : l'évaluation des ressources TICE disponibles pour l'enseignement des mathématiques et l'analyse de leurs usages ; le développement d'instruments informatisés de diagnostic des compétences des élèves en algèbre élémentaire et de parcours d'apprentissages pilotés par ce diagnostic. » (http://www.ccr.jussieu.fr/iremParis7/travail.html#2).

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Geoplan, le logiciel « Pour apprendre à démontrer », Excel... Nous pensons que son appartenance au groupe de TICE favorise cette ambition.

Ses motivations pour l'usage de la GD et de la technologie en général sont les suivantes :

- Motivation des élèves en difficulté (engagement dans la tâche) :

  « L'intérêt c'est que c'est plus parlant pour des élèves, surtout pour les élèves en difficulté. C'est-à-dire qu'ils ne vont pas rester statiques devant leurs feuilles, ils vont être intéressés, ils vont se mettre devant les machines, et du coup comme ils vont s'intéresser, ils vont pouvoir répondre à quelques questions. »

- Déplacement offrant une multitude de configurations, repérage de propriétés invariantes d'une figure :

  « […] quand on fait un exercice, quelques fois il faudrait que l'élève fasse dix figures, alors que là, on bougeant seulement un point de la figure, l'élève peut voir que ça marche tout le temps. […] Pour qu'il puisse arriver à une propriété, en voyant que ça marche tout le temps sans, sinon sur leur feuille il ne reste que trois figures par exemple, alors là ils font plusieurs en infinité, ils voient que ça marche, ça marche bien. … »

- Rapidité et richesse de tracés :

  « […] alors qu'avec l'informatique on peut en faire plusieurs et très vite ».

- Outil de la société, évolution de l'enseignement :

  « Et puis, il faut aussi que les élèves évoluent avec la société. C'est un phénomène de société, il faut pas rester entre guillemet archaïque, il faut qu'on leur montre que l'enseignement va aussi dans le sens de la modernité et qu'on ne compte pas sur notre position. Il faut qu'ils voient bien que tout évolue. »

Voici comment on peut considérer le profil de Anne :

Anne l'ambitieuse : elle opte pour différentes technologies et usages dans ces classes : logiciels variées (Internet, didacticiels, micromondes…), usages variés (vidéo-projecteur en salle de classe, salle informatique). Elle a un regard très positif pour l'utilisation de la technologie en classe et est ouverte à cette utilisation dans la mesure où les conditions matérielles le lui permettent.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

2. La séance Anne-5-I : « cercle circonscrit à un triangle »

2.1. Présentation de la séance et analyse a priori

2.1.1. Spécificités de la classe

C'est une classe de 5e au sein du collège C_A dont les élèves viennent d'un milieu aisé. Ils possèdent presque tous un ordinateur chez eux. L'effectif de la classe est de 25 élèves. D'après la description de l'enseignante, il s'agit d'une classe "normale" dont le niveau est hétérogène avec des élèves moyens et des élèves en difficulté. Comme dit plus haut, une séance d'initiation au logiciel Geoplan a été réalisée avec ces élèves. L'enseignante estime qu'ils apprennent vite (le fonctionnement du logiciel) et que même s'il s'agit d'un travail plutôt autonome, ils peuvent parvenir à réaliser le travail demandé.

2.1.2. L'objectif "déclaré" de la séance

Le but de cette séance, selon les termes de l'enseignante, « est de faire en sorte que les élèves constatent que le centre du cercle circonscrit à un triangle ne se situe pas n'importe où »[18]. Il ne s'agit pas d'un cours proprement dit, la démonstration et l'écriture de la propriété seront faites dans une prochaine séance[19].

2.1.3. Organisation pédagogique et matérielle

L'enseignante organise la séance en demi-classe de façon à ce que chaque demi-classe puisse faire le même travail à tour de rôle. Une demi-classe travaille sur les ordinateurs disposés le long de trois murs et l'autre demi-classe travaille sur des tables au milieu de la pièce, comme illustré par le schéma ci-dessous.

[18] Plus précisément, il s'agit en effet de faire constater aux élèves que le centre du cercle circonscrit se trouve à l'intersection de deux (trois) médiatrices de deux (trois) côtés du triangle.

[19] La prochaine séance étant réalisée en environnement papier-crayon, nous n'avons pas récolté d'informations sur ceci.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

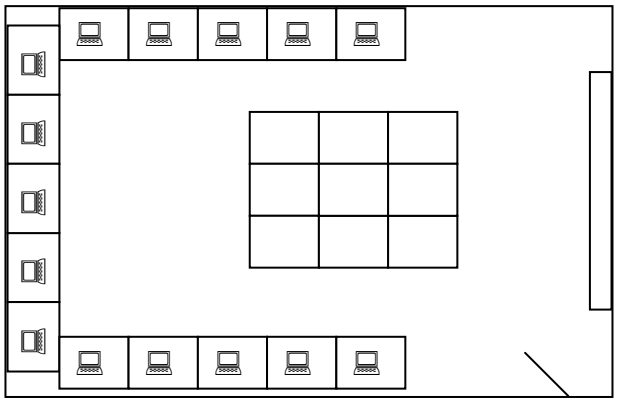


Schéma 8 : l'organisation matérielle de la salle informatique

Ce choix est lié au nombre d'ordinateurs disponibles dans la salle informatique (15 postes pour 25 élèves) et à la volonté de l'enseignante de mettre un élève par poste de façon à ce que chacun puisse effectuer individuellement le travail demandé. Elle organise ainsi une rotation en deux groupes. Elle prend en effet en compte l'hétérogénéité de la classe pour la diviser en deux: un premier groupe formé des "bons élèves" de la classe, commencent par le travail en environnement informatique. Selon l'enseignante, ces élèves pourront assez rapidement céder leurs places aux élèves travaillant en papier-crayon (élèves du deuxième groupe), de façon à ce que ces derniers disposent de suffisamment de temps sur ordinateur.

Les élèves travaillant sur table tournent le dos aux élèves travaillant sur ordinateur. Les deux groupes d'élèves sont ainsi isolés. L'enseignante n'a pas mis l'accent dans l'entretien sur les raisons de cette disposition spatiale. Nous pensons qu'elle doit permettre aux élèves de se concentrer sur leur tâche, sans être distraits par la tâche qu'ils auront à effectuer après la rotation.

a) Côté enseignante : pas de matériels

L'enseignante n'utilise pas de matériel tel que tableau ou vidéo-projecteur pendant le déroulement de la séance alors que ce matériel serait disponible. L'enseignante ne s'est pas exprimée sur les raisons de ce choix. Notre hypothèse est qu'elle souhaite laisser les élèves travailler en autonomie, une utilisation du tableau ou du vidéo-projeteur étant susceptible de perturber les élèves travaillant en papier-crayon.

b) Côté élèves

Les élèves disposent de différents matériels suivant l'environnement dans lequel ils travaillent. Dans ce qui suit, nous apportons des précisions concernant ce point.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

En environnement informatique : un ordinateur avec le logiciel Geoplan, une fiche de travail spécifique à ce logiciel

Les élèves travaillent individuellement le temps d'une demi-séance sur les ordinateurs sur le thème « cercle circonscrit à un triangle » avec le logiciel Geoplan. La fiche de travail comporte six étapes (questions) dans lesquelles il s'agit de faire des constructions sur Geoplan, de déplacer des objets construits et de répondre à des questions. Nous présentons cette fiche dans le paragraphe 2.1.4.b).

En environnement papier-crayon : des exercices dans le manuel scolaire, des instruments de géométrie habituels

Les élèves travaillant sur les tables au milieu de la pièce ont à faire deux exercices (cf. Annexe 5, § 5.2) de leur manuel. Il s'agit de construire un triangle à partir de différents éléments et de calculer des mesures d'angle. Ces exercices sont corrigés dans le livre, mais l'enseignante demande aux élèves de ne pas regarder la correction. Leur résolution est à faire dans le cahier. Les instruments de géométrie habituels tels que règle, compas, rapporteur sont autorisés.

2.1.4. Analyse a priori des tâches proposées aux élèves

Comme nous l'avons déjà indiqué, la séance se déroule dans deux environnements. Cependant, pour l'enseignante, l'objectif principal est d'organiser un travail individuel en environnement informatique et la partie papier-crayon est secondaire. En particulier, comme nous allons le voir, l'articulation des tâches en papier-crayon et en GD n'est pas un enjeu de la séance.

Pour expliciter cela, nous présentons brièvement le travail demandé aux élèves en environnement papier-crayon. Puis nous analysons les tâches sur la fiche de travail avec Geoplan.

a) Tâches papier-crayon

La résolution de deux exercices est demandée aux élèves pour le travail en environnement papier-crayon. Il s'agit des exercices résolus, numérotés 1° et 3° du manuel d'élève (BELIN – Décimale 5^{e}, 1997, p. 174-175, cf. Annexe 5, § 5.2) :

- dans l'exercice 1° on illustre trois exemples de construction d'un triangle connaissant : la longueur de trois côtés ; un angle et la longueur de deux côtés ; la longueur d'un côté et les angles adjacents ;

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

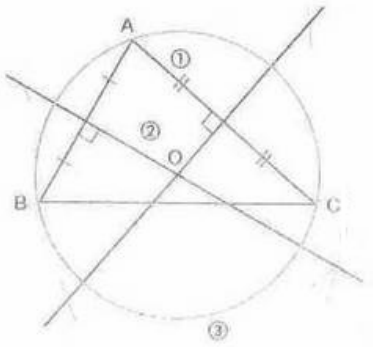
- dans l'exercice 3° il s'agit de calculer des mesures d'angles d'un triangle à partir d'un dessin codé.

Les pages sur lesquelles se trouvent ces deux exercices, proposent un autre exercice numéroté 2°. Les 1° et 3° dont la résolution est demandée aux élèves n'ont pas de lien avec le thème « cercle circonscrit à un triangle ». En revanche, l'exercice 2° qui n'est pas demandé aux élèves, porte précisément sur l'objectif du travail en informatique. Il s'intitule en effet « construire le cercle circonscrit à un triangle ».

Précisons la tâche demandée dans cet exercice :

2. Construire le cercle circonscrit à un triangle

Exemple : Construire un triangle ABC tel que : BC = 4,5 cm ; AB = 3 cm ; AC = 4 cm. Avec la règle et le compas, tracer le cercle circonscrit à ce triangle.



① *On construit le triangle ABC (voir savoir-faire* 1, *exemple* 1

② *On construit deux médiatrices du triangle* ABC *: elles se coupent en* O.

③ *On trace le cercle de centre* O *qui passe par* A, B, *et* C.
Ce cercle est le cercle circonscrit au triangle ABC.

Figure 19 : un extrait du manuel d'élève (BELIN – Décimale 5e, 1997, p. 175)

Au moyen de la résolution fournie, l'élève a la possibilité de constater que le cercle circonscrit à un triangle est le cercle qui passe par les sommets de ce triangle et dont le centre se trouve au point d'intersection de deux médiatrices de ce même triangle. L'exercice est ainsi en relation directe avec le thème mathématique du travail demandé avec Geoplan. L'enseignante ne souhaite donc pas que les élèves fassent cet exercice avant ou après le travail sur ordinateur.

b) Tâches Geoplan

La fiche de travail comporte 6 "grandes" questions, chacune correspondant à une étape du travail proposé. La fiche est de format A4, la voici en petit format (cf. Annexe 5, § 5.2 pour le format réel) :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

CERCLE CIRCONSCRIT A UN TRIANGLE :
Rappel : pour placer des points : créer→ point→ point libre →dans le plan
pour tracer un segment, une droite, un cercle,... : créer→ ligne→ …
1) Construire un triangle ABC ;
Placer un point O ;
Construire les cercles de centre O et de rayon [OA], [OB] et [OC].
2) Déplacer le point O ; Que remarque-t-on par rapport aux 3 cercles tracés ?
……
……
3) Tracer la médiatrice de [BA] ; O appartient-il à cette médiatrice ?
…… ……
Déplacer O sur la médiatrice de [AB] ; peut-on avoir 2 cercles qui coïncident ?
…… ……....
…… ……..
Peut-on avoir les 3 cercles qui coïncident ?
……
4) Dans le cas où les 3 cercles coïncident, tracer la médiatrice de [AC]. Où se situe le point O ?
……..……
Tracer ensuite la médiatrice de [BC], que remarque-t-on ?
……..……
5) Que peut-on en déduire pour les 3 médiatrices des 3 côtés d'un triangle ?
…….. ……..
Que peut-on en déduire pour le centre du cercle circonscrit à un triangle ?
…….
6) Donner un programme de construction du cercle circonscrit d'un triangle :
……*(7 lignes réservées à la rédaction)*

Figure 20 : fiche de travail fournie aux élèves (en petit format)

L'enseignante conçoit généralement elle-même les tâches qu'elle propose en classe. Il n'existe pas de cahier (guide d'utilisation) Geoplan dans l'établissement. Pour la préparation des tâches spécifiques à ce logiciel, elle s'inspire en général soit d'un livret Cabri[20] à sa disposition, soit des stages qu'elle a suivis sur Geoplan. Elle ne se souvient pas de la source à partir de laquelle elle a conçu ce travail. Comme nous allons le voir, la construction du cercle circonscrit à un triangle à laquelle le travail tente d'aboutir, relève d'une tâche spécifique à la GD. Sa spécificité vient du fait qu'elle ne soit pas réalisable en environnement papier-crayon. En fait, le passage d'une *construction molle* vers une *construction dure* est visé (Laborde, 2006 ; Healy, 2000 : *robust and soft constructions* en anglais) : le cercle circonscrit à un triangle s'obtient en mobilisant le déplacement des objets créés –ce qui relève d'une *construction molle*. Cela tente d'amener une réflexion sur ce que doit être le procédé de sa construction –ce qui relève d'une *construction dure*.

[20] Précisons que l'établissement ne possède pas le logiciel Cabri.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Précisons que nous avons découpé les étapes en sous-étapes. Elles correspondent aux différentes tâches demandées aux élèves. Dans les extraits de la fiche de travail suivants elles sont numérotées en italique entre parenthèses.

Les tâches étape par étape

Etape 1

(1.1) Construire un triangle ABC ;
(1.2) Placer un point O ;
(1.3) Construire les cercles de centre O et de rayon [OA], [OB] et [OC].

Il n'existe pas de primitive 'Triangle' dans Geoplan. Pour le tracé d'un triangle, on peut soit utiliser le sous sous-menu 'Segment', soit le sous sous-menu 'Polygone' du sous-menu 'Ligne'. Dans le dernier cas, il faut sélectionner la primitive correspondant à la recherche : 'Polygone défini par ses sommets' ou 'Régulier avec centre et sommet'. On peut penser que l'élève ne va pas d'une façon spontanée aller dans le sous sous-menu 'Polygone', et que peut-être il va tracer trois segments. La création des segments pour la construction du triangle semble cependant une stratégie envisageable par l'élève, puisque dans le rappel écrit sur la fiche de travail, sa création est évoquée :

Rappel : pour placer des points : créer→ point→ point libre → dans le plan
pour tracer un segment, une droite, un cercle,... : créer→ ligne→ …

L'élève a à définir dans tous les cas les points A, B, C, O comme objets libres et ensuite, les cercles (et les médiatrices dans les étapes suivantes) en fonction de ces points. Précisons que, dans Geoplan les points libres sont placés par le logiciel de façon aléatoire dans la fenêtre. L'élève n'a pas la possibilité de choisir l'emplacement des points à la création, par contre, il peut les déplacer une fois qu'ils sont créés. Il est possible que l'élève ne respecte pas ou ignore la notation des objets mathématiques. Si par exemple, le point O est saisi avec un o minuscule un message d'erreur sera affiché signalant qu'il existe déjà un objet o (objet prédéfini dans le logiciel comme origine du repère).

La création de trois cercles est demandée. La primitive correspondante se trouve dans un sous sous-menu du menu 'Créer' : 'Ligne' → 'Cercle' → 'défini par centre et rayon'. Cette primitive doit être choisie parmi les 7 propositions relatives au cercle dans le même menu. La saisie de données dans la boîte de dialogue nécessite a priori une anticipation de l'élève pour les créations consécutives de trois cercles. A l'issue de l'étape 1, l'élève doit avoir une figure comportant trois cercles de même centre O, chaque sommet du triangle appartenant à un cercle. Selon la position respective des points, les cercles peuvent être plus ou moins proches :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

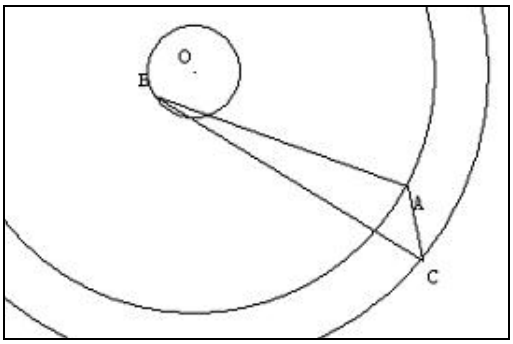


Figure 21

Puisque dans Geoplan il n'existe pas de barre de défilement de la feuille de travail permettant d'élargir le champ d'observation ou de voir toute la figure en cas de nécessité, dans un cas comme ci-dessus, l'élève devra ajuster la figure à la zone de travail en déplaçant les éléments mobiles ou toute la figure.

Etape 2

(2.1) Déplacer le point O ; *(2.2)* Que remarque-t-on par rapport aux 3 cercles tracés ?
…..…… *(2 lignes laissées pour la réponse)*

L'élève doit bouger le point O. Il est supposé que l'élève observe le changement des positions relatives des cercles et, dans certaines positions, la superposition de deux ou trois cercles comme illustré ci-dessous :

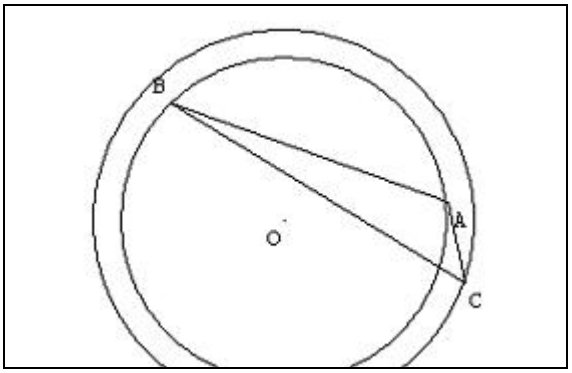


Figure 22

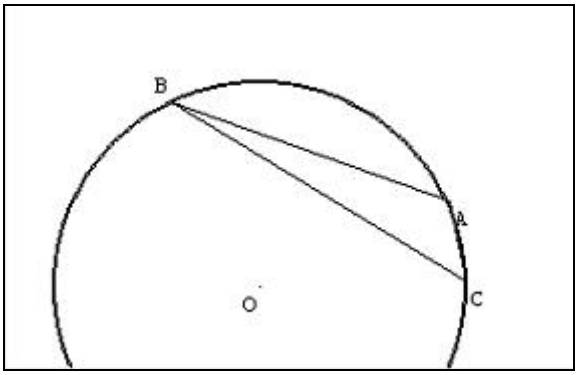


Figure 23

Les difficultés susceptibles d'intervenir sont détaillées de façon précise à l'étape suivante.

Etape 3

(3.1) Tracer la médiatrice de [BA] ; *(3.2)* O appartient-il à cette médiatrice ?
……
(3.3) Déplacer O sur la médiatrice de [AB] ; *(3.4)* peut-on avoir 2 cercles qui coïncident ?
…..…… *(2 lignes laissées pour la réponse)*
(3.5) Peut-on avoir les 3 cercles qui coïncident ?
……

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

On demande le tracé de la médiatrice de [BA]. La primitive 'Médiatrice' se trouve dans un sous sous-menu ('Droite') du sous-menu 'Ligne'. Une question est posée sur la position du point O. La fonction de cette question n'est pas claire a priori. Il est possible qu'il soit présupposé que l'élève ait une figure où au moins deux cercles coïncident (selon la question précédente) avant de passer à cette question. Que la réponse de l'élève soit « oui » ou « non », on demande ensuite de bouger le point O sur la médiatrice de [AB] et de constater la coïncidence des cercles passant par A et B. La réponse attendue est alors la suivante : « Oui, pour toutes les positions du point O sur la médiatrice ». A la dernière partie de la question, même si ceci n'est pas explicitement précisé, la tâche de l'élève consiste à continuer à déplacer le point O jusqu'à ce que les trois cercles coïncident. Il est attendu que l'élève constate l'existence d'une seule position de O sur cette médiatrice pour laquelle les trois cercles coïncident.

Déplacer le point O sur la médiatrice : « déplacer le point au jugé » ou « redéfinir le point » ?

Il semble que la consigne soit de placer le point O "au jugé" sur la médiatrice, plutôt que de redéfinir le point O comme élément de la médiatrice. En effet la redéfinition supposerait une connaissance approfondie de Geoplan : si l'élève comprend qu'il faut redéfinir le point O, il doit être en mesure de connaître la "procédure" de 'redéfinition d'un objet'. Dans Geoplan il n'existe pas de primitive 'Redéfinition d'un objet' comme dans Cabri. En revanche, la redéfinition d'un objet est explicitée par les concepteurs de façon suivante (dans la rubrique d'Aide Geoplan) :

Redéfinition

Lorsqu'en créant un objet on donne, pour le nommer, un nom x déjà utilisé pour un objet de même type, un message apparaît:

"Voulez-vous redéfinir x?"

Une réponse OUI à cette question entraînera la suppression de l'ancien objet de nom x et la création d'un nouvel objet de nom x.

Figure 24 : un extrait de la rubrique d'Aide Geoplan relatif à la « redéfinition d'un objet »

L'élève doit donc choisir la primitive correspondante dans un sous sous-menu de 'Créer' : 'Point' (puisqu'il s'agit de redéfinir le point O) → 'Point libre' → 'sur une droite'. Puis qu'il n'y a pas de médiatrice parmi les propositions, il faut associer la médiatrice à une droite :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

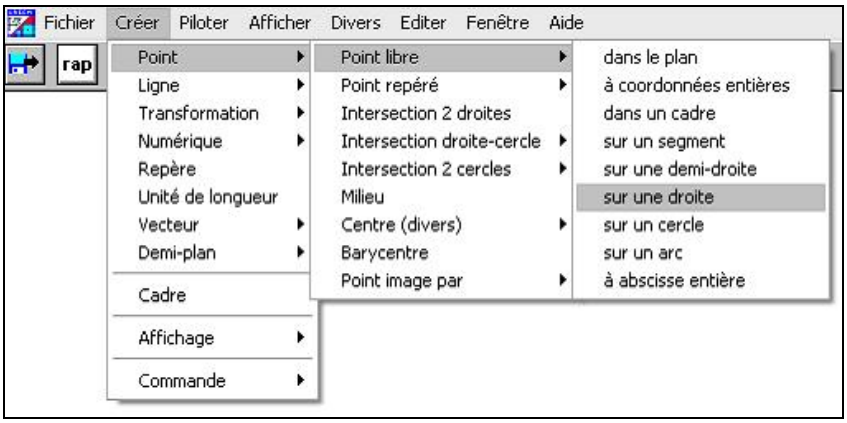


Figure 25

Figure 26

Alors une boîte de dialogue s'ouvre qui demande de saisir le nom de la droite sur laquelle le point sera créé. Donc, à première vue, il s'agit bien d'une création et non d'une redéfinition. C'est la même démarche avec celle d'une création nouvelle, si ce n'est que, au moment où l'élève saisit le point O comme nom du point qui sera créé sur la droite, une fenêtre s'ouvrira où le logiciel posera la question suivante : « Voulez-vous redéfinir O (O/N) ? ». C'est seulement à ce moment-là que l'on découvre que dans Geoplan 'Créer un objet' peut avoir également une fonction de 'Redéfinir un objet'. Seulement, par ce type de déplacement (d'un objet) le changement est très rapide, dans le sens où l'élève ne puisse peut-être pas se rendre compte de quoi exactement il s'agit : spontanément deux des trois cercles tracés seront superposés, ce qui peut éventuellement donner l'impression de la disparition de l'un de deux cercles à l'écran, et ainsi laisser l'élève dans la doute en ce qui concerne l'observation.

Dans les tâches proposées, le déplacement du point O sur la médiatrice sert à constater la coïncidence d'abord de deux, ensuite de trois cercles. La difficulté d'élève peut être de deux ordres :

- la difficulté peut être d'ordre gestuelle. Rappelons que à la sous-étape 3.5 : « peut-on avoir les trois cercles qui coïncident ? » les trois cercles ne se coïncident que pour une seule position des cercles. Le déplacement du point O doit être alors soigneusement effectué pour ne pas manquer cette position particulière. Même si l'élève observe les trois cercles se rapprocher, il est possible qu'il essaie à tout prix les faire superposer les uns sur les autres pour donner une réponse à la question 3.5. Cela peut entraîner ainsi une perte de temps. On peut cependant penser que, la même difficulté pourrait se manifester aussi à la 3.4 : « peut-on avoir deux

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

cercles qui coïncident ? ». A la différence de 3.5, la coïncidence de deux cercles a lieu dans toutes les positions du point O (à l'intérieur du triangle) sur la médiatrice de [AB], la tâche devrait alors être plus facile ;

- la difficulté peut être liée à un manque de précision dans la consigne à la 3.5. Il est possible que l'élève ne puisse pas faire le lien entre la 3.3 : « Déplacer O sur la médiatrice de [AB » et la 3.5. Alors il se peut qu'il déplace le point O de façon non systématique dans le plan ou non finalisée sur la médiatrice, ce qui rend plus difficile la découverte de la coïncidence de trois cercles.

Etape 4

(4.1) Dans le cas où les 3 cercles coïncident, tracer la médiatrice de [AC]. *(4.2)* Où se situe le point O ?

……

(4.3) Tracer ensuite la médiatrice de [BC], *(4.4)* que remarque-t-on ?

……

La réponse attendue à la première question « où se situe le point O ? » est « à l'intersection de deux médiatrices », et à la seconde question « la médiatrice de [BC] passe aussi par O ». L'élève doit donc constater que ce point O, dans la position où les trois cercles coïncident appartient aussi aux médiatrices de [AC] puis de [BC].

Etapes 5 et 6

(5.1) Que peut-on en déduire pour les 3 médiatrices des 3 côtés d'un triangle ?

……

(5.2) Que peut-on en déduire pour le centre du cercle circonscrit à un triangle ?

……

(6) Donner un programme de construction du cercle circonscrit d'un triangle :

……*(7 lignes laissées pour la réponse)*

Il s'agit de "théoriser" les observations précédentes en les généralisant. A l'étape 5, on demande à l'élève de traduire l'observation par une propriété (la concurrence des médiatrices en un point « centre du cercle circonscrit »). A la première question la réponse doit être « les trois médiatrices des deux côtés d'un triangle sont concourantes », et à la seconde « le centre de cercle circonscrit à un triangle est le point d'intersection des deux (ou trois) médiatrices des deux (ou trois) côtés de ce même triangle ». A l'étape finale, la rédaction d'un programme de construction est attendue.

La décontextualisation des savoirs est complexe pour beaucoup d'élèves. En conséquence pour les tâches de ces étapes les élèves peuvent être bloqués et solliciter l'aide de l'enseignante. Par ailleurs, à la sous-étape 5.2 : « Que peut-on en déduire pour le centre du cercle circonscrit à un triangle ? » le terme « cercle circonscrit » fait son apparition pour la première

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

fois, il se peut que le lien entre le cercle à l'écran et le cercle dans la consigne ne soit pas effectué de façon spontanée. La consigne de « déduire » semble mal formulée ici, puisque la tâche attendue relève de l'induction[21].

La rédaction d'un programme de construction peut être problématique pour l'élève, du fait qu'il a "obtenu" le cercle circonscrit à un triangle sur Geoplan par déplacement du centre commun à trois cercles passant par les sommets d'un triangle, le long de la médiatrice d'un côté. Ce centre reste un point libre placé en une position particulière pour que les trois cercles coïncident. Cette position particulière est bien le point d'intersection des médiatrices de deux côtés, mais seulement tant qu'aucun déplacement des objets libres n'est effectué. L'élève n'a pas à construire cette intersection qui donnerait une figure résistant au déplacement. Le programme de construction dont la rédaction est demandée n'est donc pas une "traduction" de la construction effectuée dans Geoplan. L'élève a à faire un travail de synthèse à partir de l'observation réalisée dans Geoplan et non à partir d'étapes de construction.

Les phases du travail

Dans le travail, il existe trois phases distinctes. **La première phase** correspond à la mise en place du travail (étape 1). Il s'agit de créer les éléments de base nécessaires pour poursuivre un travail expérimental. Les consignes ne sont pas de type presse-bouton. Un rappel se trouve en haut de page de la fiche de travail, ayant comme fonction d'accompagnement de l'élève principalement lors de cette phase et pour les tâches de création dans Geoplan.

La deuxième phase est la phase d'expérimentation (étapes 2, 3 et 4). L'étape 2 se distingue nettement de deux autres étapes de cette phase. On peut lui attribuer une fonction de dévolution du problème à l'élève ou d'engagement dans la tâche. L'élève est invité à produire des "observables" par déplacement du point O et à leur donner une signification en terme de positions relatives des cercles. Aux étapes 3 et 4, à la différence de l'étape 2, l'expérimentation est très guidée, les questions sont fermées, la tâche de l'élève est de faire des constatations. A la 3, les constatations demandées sont explicites, l'élève n'a qu'à effectuer le déplacement (point O sur la médiatrice de [AB]) et à répondre « oui » ou « non » aux questions posées selon l'observation. A la 4, il s'agit de produire une constatation par l'observation directe.

[21] Induction : « Opération mentale qui consiste à remonter des faits à la loi, du particulier au général ≠ déduction » (Définition dans le dictionnaire Le Petit Robert)

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

La troisième phase est une phase de décontextualisation où on demande une théorisation sous forme de l'énoncé d'une propriété (étape 5) et d'un programme de construction (étape 6). Il semble que la dernière étape ait une fonction de synthèse théorique du travail réalisé. Jusqu'ici les tâches étaient contextualisées à un triangle ABC, aux trois cercles passant par les trois sommets de ce triangle, ayant le point O comme centre, et aux trois médiatrices des trois côtés de ce même triangle. L'élève est amené à généraliser les résultats observés dans des étapes précédentes, à passer d'un cas particulier à un cas général.

Les types de tâches

Quatre types de tâches ont été identifiés tels que **C**réation des objets (C), **D**éplacement d'un point, **O**bservation/**R**édaction des propriétés (O/R) et **T**héorisation des résultats (T). Le schéma ci-dessous montre comment les différents types de tâches et les phases repérées s'articulent selon la réalisation des sous-étapes proposée dans la fiche de travail. Il résume ainsi la façon dont la GD sera exploitée dans cette séance :

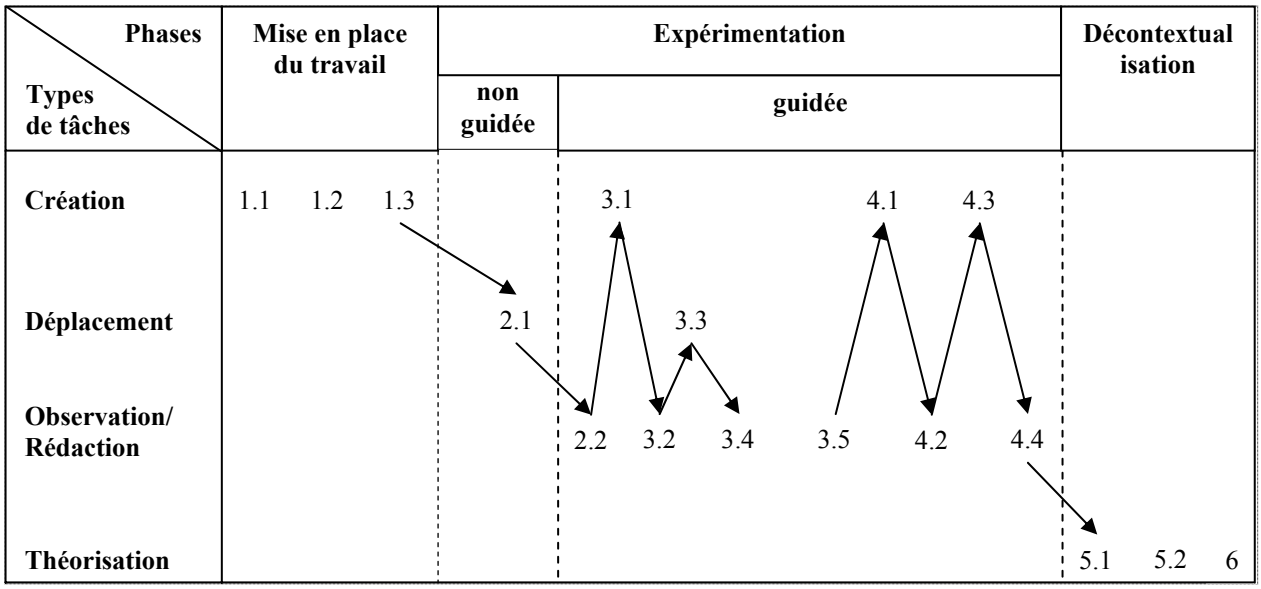


Schéma 9 : l'articulation des types de tâches et les phases du travail selon la réalisation du travail

- **C**réation des objets (C) : la création de quatre objets mathématiques est demandée dans la fiche de travail : un triangle ABC, un point O, trois cercles de centre O et de rayon [OA], [OB], [OC], et trois médiatrices de côtés du triangle ABC. Parmi les 4 différentes tâches de création 1 seule nécessite une transposition des consignes papier-crayon en informatique (1.1). Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif des tâches de création demandées à l'élève :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Etape	Tâche demandée → Tâche de l'élève	Primitives à sélectionner à partir du menu 'Créer'
1.1	Construire un **triangle** ABC → créer 3 **points libres dans le plan**, 3 **segments**	- Point → Point libre → dans le plan - Ligne → Segments
1.2	Placer un **point** O → créer un **point libre dans le plan**	Point → Point libre → dans le plan
1.3	Construire 3 **cercles de centre O et de rayon** [OA], [OB] et [OC] → créer 3 **cercles définis par centre et rayon**	Ligne → Cercle → défini par centre et rayon
3.1, 4.1, 4.3	Tracer 3 **médiatrices** (de [BA], [AC] et [BC]) → créer 3 **médiatrices**	Ligne → Droite(s) → Médiatrice

Tableau 8 : les tâches de création dans l'énoncé et leur réalisation dans Geoplan

- **D**éplacement d'un point (D) : dans la phase d'expérimentation l'élève est amené à observer le changement des positions relatives des cercles et à faire des constats en moyen du déplacement d'un point O. Le déplacement sert à constater le caractère général et éventuellement des configurations particulières.
- **O**bservation/**R**édaction des propriétés (O/R) : certaines sous-étapes regroupent les types de tâches d'observation/rédaction, comme par exemple la sous étape 3.4 : « peut-on avoir deux cercles qui coïncident ? ». Dans celle-ci, il s'agit non seulement de faire une observation suite au déplacement du point O sur la médiatrice de [AB] (sous-étape 3.3), mais aussi de rédiger une réponse. Une réponse « oui » suffirait-elle ? L'enseignante attend fort probablement une réponse rédigée "expliquant" l'observation, par exemple « oui, pour toutes les positions de O sur la médiatrice ». En référence au Schéma 9, les tâches de déplacement dans la phase d'expérimentation guidée sont suivies de tâches d'observation. Il s'agit souvent de faire des constatations par l'observation directe.
- **T**héorisation des résultats (T) : il s'agit des tâches à accomplir dans la phase de décontextualisation. L'élève doit généraliser et "théoriser" les résultats de la phase d'expérimentation.

2.1.5. Regard a priori de l'enseignante

L'intérêt que l'enseignante voit à l'usage du logiciel est la rapidité et la régularité qu'il offre au niveau des tracés. De plus, selon l'enseignante, avec Geoplan les élèves ne risquent pas de faire une confusion dans les objets dont le tracé est demandé, comme ils le feraient en papier-crayon, car ils ont juste à transférer les consignes de leur enseignante au logiciel :

> « Donc, là c'est juste, au lieu de voir la figure sur le papier, ils la voient sur l'ordinateur. Ça devrait aller plus vite, je dis ça devrait aller plus vite, parce que les médiatrices, on les trace tout de suite, et puis au moins les élèves qui ont fini leurs figures, ben les figures sont forcement bonnes sur ordinateur. La médiatrice, elle existe déjà sur le logiciel, alors que s'ils doivent faire la médiatrice sur papier quelques fois il peuvent se tromper etc., voilà. »

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

En d'autres termes, le logiciel sert à compenser des difficultés "parasites" qui dans un travail géométrique en papier-crayon empêchent que l'élève se concentre sur le but du travail :

- **L'exactitude des figures :** grâce au logiciel, les élèves ne peuvent pas se tromper dans des tracés et perdre du temps. Une fois la bonne commande donnée au logiciel, on ne doute pas de l'exactitude des tracés.
- **Confusion sur le vocabulaire :** dans l'environnement papier-crayon, il est possible que l'élève confonde quelques termes géométriques, car ce ne sont pas des termes familiers. Par exemple, l'élève peut confondre le terme 'médiatrice' avec le terme 'médiane', et donc, il pourrait tracer la médiane au lieu de la médiatrice. Tandis que, dans Geoplan, il suffit de sélectionner la primitive souhaitée en le désignant par le terme dans les menus de Geoplan.

Comme nous l'avons déjà dit, l'enseignante estime que ses élèves apprennent vite en ce qui concerne l'utilisation du logiciel, et que même si leur contact avec Geoplan est nouveau (rappelons que cette séance est précédée d'une séance d'initiation à Geoplan) ils peuvent parvenir à réaliser le travail demandé. En effet, lors de la séance d'initiation elle pense avoir donné aux élèves les instructions nécessaires à la réalisation des tracés demandés :

> « Ils n'utilisent que 'Créer' dans Geoplan. Ils utilisent quasiment que 'Créer', et après c'est facile, si c'est un point, ils vont dans 'Point', si c'est pour un segment, c'est une 'Ligne', pour une droite c'est une 'Ligne', pour un cercle c'est une 'Ligne'. Je leur ai montré le minimum qu'ils doivent savoir utiliser. »

Donc, pour l'enseignante, les élèves ne seront pas perdus dans le choix des primitives (ou des menus) de Geoplan pour réaliser les tracés demandés puisqu'ils se font tous avec un seul menu 'Créer' comprenant de nombreux sous-menus. L'enseignante prévoit cependant certaines difficultés. Elle pense qu'il est possible que certains élèves aient oublié ce qu'ils ont vu lors de la séance d'initiation, comme par exemple, la création de certains objets nécessitant une création préalable (par exemple la nécessité de création des sommets (création des points) et ensuite des segments pour créer un triangle).

Il est également important pour l'enseignante que ses élèves évoluent avec la société dans laquelle ils vivent. L'informatique fait partie de la société, donc elle s'investit pour leur donner toutes les possibilités de connaître ce monde :

> « […] et puis aussi il faut évoluer avec son temps et maintenant on a de très bons logiciels, il faut aussi leur faire, leur permettre d'utiliser les logiciels. C'est un peu pour eux, comme ils les connaissent en générale plus tard quoi, comment utiliser un ordinateur, comment utiliser un logiciel etc., c'est un peu les deux. »

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

2.1.6. Synthèse de l'analyse a priori

a) Potentialités de la GD dans le discours de l'enseignante/des tâches

L'enseignante prévoit l'organisation pédagogique/matérielle de la séance pour assurer une gestion optimale des élèves et du temps. Son discours, met en avant les potentialités de la GD aussi en lien avec la gestion du temps : le logiciel est en grande partie vu comme un "facilitateur" et un "accélérateur" notamment pour les tâches de création et de déplacement. Reprenons le discours de l'enseignante pour identifier les caractéristiques/fonctionnalités de la GD vues par l'enseignante :

- **Exactitude (graphisme) et rapidité de tracés :** « ça devrait aller plus vite … les figures sont forcement bonnes sur ordinateur ».
- **Présence de primitives dans les menus :** « la médiatrice, elle existe déjà sur le logiciel... ».
- **Outil de la société et de l'époque :** « il faut évoluer avec son temps… il faut permettre (aux élèves) d'utiliser les logiciels… »

Ces fonctionnalités renvoient explicitement ou implicitement à des potentialités didactiques de la GD pour cette séance. Gain de temps et de précision, et possibilité d'un travail autonome de l'élève qui peuvent permettre à la séance d'être efficace sur le plan des apprentissages mathématiques, contribution à l'évolution de l'enseignement et à la formation générale des élèves.

En ce qui concerne les tâches proposées aux élèves, le discours de l'enseignante est plutôt centré sur les tâches de création avec le logiciel. Elle ne fait aucune remarque sur les autres types de tâches (**D**éplacement, **O**bservation/**R**édaction, **T**héorisation) présents dans la fiche de travail qu'elle a préparée. Sans doute, elle ne les perçoit pas comme de "nouveaux" types, induits par l'utilisation du logiciel. Même si le type de tâche D existe exclusivement en environnement GD, il est possible que l'enseignante le considère comme un geste facile et "anodin", et non comme déterminant une potentialité de la GD importante dans les tâches proposées. Dans son discours, l'enseignante met donc l'accent seulement sur les avantages qu'apporte la transposition du dessin papier-crayon vers le tracé sur écran : « donc, là c'est juste, au lieu de voir la figure sur le papier, ils la voient sur l'ordinateur ». En revanche, dans l'énoncé proposé aux élèves, le *déplacement* ressort comme moyen d'expérimenter en préalable à l'observation et à la théorie.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

b) Analyse des tâches

Dans la fiche de travail, la création de quatre objets est demandée à l'élève : un triangle, un point, trois cercles et trois médiatrices. Nous synthétisons l'analyse des tâches de création en référence aux contraintes Geoplan.

Le choix d'une primitive pour le point, cercles et médiatrices ne devrait pas poser de problème, puisqu'il existe des primitives de même nom (nécessitant néanmoins des précisions et données supplémentaires). Seule la création du triangle nécessite la création préalable de points, et donc il faut que l'élève transpose la consigne papier-crayon à l'environnement informatique. Certaines primitives se trouvent dans les sous sous-menus de Geoplan et imposent à l'élève de dérouler systématiquement des menus. Les contraintes relatives à la saisie de données sont sensibles notamment parce qu'il faut que les élèves nomment des objets de même nature. Lorsqu'ils ont trois cercles à créer, il est utile qu'ils les nomment par exemple c1, c2, c3. Cela demande une anticipation qui est d'autant plus problématique que les tâches de création sont espacées dans l'énoncé ce qui est le cas des trois médiatrices. Le respect des casses des notations utilisées doit être pensé par l'élève afin d'éviter des messages d'erreur ou d'autres problèmes.

En ce qui concerne les tâches d'observation/rédaction, s'agissant souvent de faire des constatations par observation directe, il n'est pas facile à l'élève comprendre à quel "niveau d'évidence" il doit se situer. Explicitons ce point. Les tâches d'observation sont suivies de tâches de rédaction pour lesquelles il s'agit d'expliciter l'observation. Prenons en compte les représentations des tâches chez l'élève : selon un contrat didactique courant, une tâche demandée par l'enseignant ne peut pas être "trop facile", elle ne peut consister à expliciter ce qui "saute aux yeux". Alors, il est possible qu'il cherche ce qui pourrait bien être caché derrière la consigne (ce que l'enseignant a "derrière la tête").

Remarquons également que les difficultés des élèves pour rédiger des réponses, expliciter les observations et théoriser les résultats ne sont pas inconnues dans l'enseignement des mathématiques. Comme le niveau de la classe est hétérogène, on peut également s'attendre à des difficultés de compréhension de consignes et lexicales. Par ailleurs, même si une séance d'initiation à Geoplan a eu lieu, des difficultés liées à la manipulation des objets créés peuvent se manifester, comme effacer ou déplacer un objet, mettre une figure trop grande à l'échelle de la zone de travail.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Les difficultés potentielles que nous venons d'identifier ne sont pas évoquées par l'enseignante. Il nous semble qu'elle perçoit peu la nouveauté des tâches, les contraintes de Geoplan et les difficultés qu'elles peuvent entraîner. A la différence de l'analyse de l'enseignante selon laquelle le logiciel va permettre à l'élève de travailler en autonomie, notre analyse conduit à prévoir une sollicitation d'aide forte de la part des élèves. Il nous semble que l'enseignante prévoit que le « rappel » illustrant le choix de certaines primitives dans les menus Geoplan, mis sur la fiche de travail, sera suffisant pour accompagner l'élève et lui permettre un travail autonome. La prise de contact nouvelle des élèves avec le logiciel Geoplan, le caractère "non presse-bouton" des consignes nous fait penser que les élèves ne pourront, sur le temps d'une demi-séance, réellement s'approprier l'ordinateur et le logiciel. Cette observation renvoie à une analyse en terme d'instrumentation qui souligne notamment le temps nécessaire aux genèses instrumentales.

2.2. Observation de la séance effective

2.2.1. Installation et consignes

Comme prévu, l'enseignante place la moitié des élèves devant les ordinateurs et l'autre moitié au milieu selon une liste qu'elle a préparée. Rappelons qu'en environnement informatique le "premier tour" concerne les "bons élèves" de la classe afin qu'ils cèdent rapidement leurs places à leur camarades travaillant en environnement papier-crayon.

Dans un premier temps, pendant environ 2 min l'enseignante donne des consignes aux élèves placés devant les ordinateurs et leur distribue les fiches de travail. Lors de ce démarrage, elle précise les "règles du jeu" :

> « Si vous avez un problème, vous ne parlez pas, vous levez la main et vous attendez que je me déplace pour venir vous aider, d'accord ? Donc, vous commencez tout de suite, puisque dans un quart d'heure – vingt minutes on alterne, d'accord ? On alterne avec vos camarades, donc ne perdez pas de temps. Fichier 'Maths', 'Geoplan'. … Vous complétez sur la feuille que je vous ai distribuée. … »

Les élèves sont donc avertis de la nécessité de finir rapidement leur travail afin d'alterner avec leurs camarades. A cet effet, l'enseignante leur donne également des indices sur le choix des primitives et la technique de saisie relatifs à certains objets à créer :

> « Donc je vous ai mis en rappel, puisqu'on n'a fait qu'une seule fois l'activité sur Geoplan, pour placer des points, c'est 'Créer', 'Point', 'Point libre', 'dans le plan', n'oubliez pas que pour aller plus vite, vous pouvez créer vos trois points en même temps, pareil pour le segment, d'accord ? »

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Par la suite, pendant environ 1 min, elle donne des consignes aux élèves travaillant en papier-crayon. Les élèves ont deux exercices à faire en attendant que les ordinateurs se libèrent. Comme cela s'est fait auprès des élèves sur ordinateur, eux aussi, sont invités à travailler en silence. Assez rapidement les élèves se mettent au travail en silence.

2.2.2. Travail des élèves et interventions de l'enseignante

a) Interventions relatives aux tâches de création

Nous avons structuré notre analyse en fonction des quatre objets mathématiques à créer : le triangle ABC, les trois cercles, le point O et les trois médiatrices de côtés du triangle.

Création du triangle

Joffrey (D2) a besoin d'assistance pour effectuer des tracés. Il explicite à voix haute son cheminement dans les menus pour créer les points A, B et C correspondant aux sommets du triangle. Visiblement il prête attention au rappel mis en haut de fiche de travail :

Fiche de travail - extrait

Rappel : pour placer des points : créer→ point→ point libre → dans le plan
pour tracer un segment, une droite, un cercle,... : créer→ ligne→ …

Il crée alors d'abord les sommets du triangle. Pour la suite, il n'a pas encore d'idée, l'enseignante vient très rapidement en aide sans lui laisser un moment de réflexion. Elle souligne le fait qu'il faut d'abord "construire" un triangle ABC et ajoute qu'il faut tracer les segments. Derrière le verbe « construire » il se cache la nécessité de créer d'autres éléments intermédiaires. Apparemment pour l'enseignante, la différence entre « tracer » et « construire » devrait aller de soi pour l'élève. Elle assiste la construction du triangle en aidant l'élève à saisir rapidement les données relatives aux trois segments (côtés), en indiquant qu'on peut les créer en même temps dans une seule boîte de dialogue :

Dialogue 2

Anne : Oui, je t'écoute Joffrey.
Joffrey : Je vais 'Créer', 'Point', 'Point libre', 'dans le plan' euh…
Anne : Oui, vas-y, vas-y ! Et voilà, tu notes tes points maintenant.
Joffrey : On me demande de tracer un triangle.
Anne : D'abord il faut que tu construises un triangle ABC, donc tu vas d'abord construire ton triangle ABC ! Maintenant tu traces les segments, vas-y !
Joffrey : 'Créer', 'Ligne', 'Segments'.
Anne : Voilà, et là tu fais les trois segments en même temps.
Joffrey : [AB], [BC] et …
Anne : D'accord ?

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Joffrey : Oui.
Anne : Oh il y a deux fois [AC], c'est pas [AC], c'est [AB], ok ?

Un autre élève dans le D3, veut savoir s'il faut utiliser des segments pour tracer le triangle. L'enseignante répond tout de suite et rajoute qu'il peut créer les trois segments en même temps et l'aide à saisir les données. Par la suite, quand l'élève demande si l'on met des crochets, l'enseignante répond non et lui dit de mettre un espace entre chaque notation. Précisons que le logiciel accepte la saisie des segments qu'ils soient avec ou sans crochets, avec ou sans espace. Dans le dialogue suivant, nous détaillerons ce point.

Dans le D6, l'enseignante consulte le 'rap', suite à un message d'erreur relatif à la création des segments. A la consultation du 'rap', l'enseignante voit que les trois points A, B, C n'ont pas encore été créés. L'élève n'a pas visiblement eu l'idée de créer d'abord les points comme des points d'extrémité des segments. La réaction de l'enseignante montre encore une fois (cf. D2) qu'elle sous-estime cette difficulté de type d'ordre de création. Pour la saisie de données, l'élève prend la notation habituelle du segment avec des crochets. Il ne fait donc pas la distinction entre le logiciel et le papier-crayon. En effet, sur la fiche de travail, la notation des segments contient des crochets, ce qui encourage l'élève à reprendre la même notation. L'enseignante considère ceci comme une erreur et lui rappelle qu'on ne met pas de crochet avec le logiciel, comme elle l'aurait indiqué à la séance d'initiation au logiciel. Comme nous l'avons dit, le logiciel Geoplan ne rejette pas ce type de notation. Notre interprétation est que l'enseignante aurait agit de cette façon pour l'une des raisons suivantes :

- Geoplan est un logiciel et ne fonctionne pas sur le même principe que le papier-crayon : dans ce cas là, on peut penser que sur ce point, l'enseignante ne dispose pas suffisamment de connaissances sur l'utilisation du logiciel ;
- Geoplan offre différentes possibilités de saisie (avec ou sans crochets) et il est alors judicieux de prendre la notation la plus "économique" possible : cela permettra d'aller plus vite dans le travail ;
- l'enseignante anticipe une difficulté gestuelle (technique) concernant la saisie des crochets avec le clavier : la nécessité d'appuie simultané sur deux touches pour un seul crochet, susceptible d'être inconnue à des élèves.

Dans le D7 aussi, l'élève n'a pas visiblement conscience des créations préalables pour construire le triangle. Il est dans la boîte de dialogue de création de segment, alors qu'il n'a pas défini les points. Elle met l'accent sur les mots pour le piloter dans l'ordre de création des

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

objets et la saisie de données. Elle assiste et stimule l'élève jusqu'à la fin de la création du triangle :

Dialogue 7 - extrait

Anne : […] Mais dépêchez-vous, vous n'avez encore rien fait, où sont tes points A, B, C ? Pour tracer ton segment, ton triangle, il faut d'abord créer tes points ! Donc annule-moi ça ! Maintenant tu fais d'abord 'Créer', 'Point' et tu traces d'abord tes sommets pour ton triangle… Voilà, et tu me nommes tes sommets, en majuscule ! Ensuite… Il y a trois sommets ! Ensuite… Vas-y, maintenant il faut que tu traces les côtés ! Qu'est-ce que tu fais pour tracer tes côtés ? 'Créer', ensuite… Oui, voilà ! Et tu fais tes trois segments d'un coup mais sans mettre des crochets… Oui, continue. D'accord ? Puis, tu places ton point O et après tu feras le reste, mais accélère un peu hein !

Dans le D9, l'élève ne crée pas les objets selon l'ordre proposé dans les tâches, il a peut-être aussi du mal à se repérer dans les menus du logiciel. Sans avoir tracé le triangle ABC, ni créé le point O, il tente de créer les cercles. Il sollicite l'enseignante, sa question est inaudible. L'enseignante lui rappelle qu'il faut aller dans le 'Segment' et reste auprès de lui jusqu'à la fin de la création du triangle. Elle est présente pour valider les actions de l'élève, le guider en cas d'erreur et aussi piloter les actions qu'il doit effectuer en mettant l'accent sur les mots :

Dialogue 9

Anne : Oui ?

E : *(Question inaudible)* ?

Anne : Pourquoi tu fais des cercles toi ? Tu vas tracer des segments là ! Euh ben, c'est pas dans le 'Cercle' où il faut que tu ailles, tu vas dans le 'Segments', d'accord ?... Oui 'Segments ' vas-y continue… Non, tu as tracé ton triangle, ça y est, pourquoi tu vas encore dans le 'Segments' ? Non, tu fais 'Annuler', ok, 'Annuler'. Là tu vas placer, maintenant je te dis donc, « Construire un triangle » tu l'as fait, c'est fini ; « Placer un point O », tu crées un point O, vas-y, 'Créer', 'Point' etc. d'accord ?

Dans le D39 la situation est similaire à celle du D9. L'élève sollicite l'aide de l'enseignante pour la création du point O, il n'y arrive pas. L'enseignante constate qu'il ne suit pas les instructions dans l'ordre, le triangle n'a pas été encore tracé, seulement les points A, B, C existent. Alors, l'enseignante met l'accent sur certains mots permettant de prendre conscience à l'élève de l'ordre de création. Elle pilote l'élève et fait à nouveau appel au questionnement fermé (la maïeutique) en donnant les éléments de réponses dans la question (idem D42) :

Dialogue 39

Anne : Oui je t'écoute.

E : J'arrive pas à mettre un point O.

Anne : D'abord il faut peut-être tracer le euh, il faut d'abord *-vous voulez des micros pour parler ? Donc, tu te retournes, travaille tout seul !- D'abord tu vas créer ton triangle, comment tu vas faire pour créer le triangle ABC ?

E : Euh…

Anne : On commence par quoi pour faire un triangle ? Les trois quoi ? Les trois…

E : Sommets.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Anne : Sommets. Donc vas-y, crée trois points.

E : Alors comment on fait ?

Anne : Ben, je te l'ai fait dans 'rappel' là, lis ce que j'ai écrit quand-même ! Pour placer des points, vas-y, suis ce que je t'ai mis dans 'rappel'… 'Créer', ensuite, ensuite, voilà ! Là tu va faire les trois points d'un coup.

E : *(Question inaudible)* ?

Anne : Ben réfléchis, 'Créer', qu'est-ce qui te manque quand tu fais des sommets ?

E : Les côtés.

Anne : Il te manque des côtés. Et c'est quoi des côtés ? Des droites, des demi-droites, des segments ?

E : Des segments.

Anne : Ben alors vas-y ! Et tu peux faire les trois d'un coup avec un espace entre, sans crochet ! Ok ?

Création des cercles

L'élève (D4) pose une question sur la création des cercles, il demande si l'on peut saisir plusieurs cercles dans une seule boîte de dialogue. Il est en effet possible de créer les trois segments en même temps, en les saisissant dans une seule boîte de dialogue. Il se peut que l'élève pense alors « pourquoi ne pas saisir les trois cercles en même temps ? ». Visiblement, il ne fait pas une lecture attentive de ce qui est écrit dans la boîte de dialogue, la saisie de données y est en effet demandée au singulier (nom du centre, point du cercle et nom du cercle). La réponse de l'enseignante est laconique : « Non, un seul ». L'élève pose ensuite la question suivante : « et je mets des noms ? ». L'enseignante ne répond pas simplement avec un « oui » mais fournit des précisions sur la notation des cercles à créer : « Petit c pour cercle et c1 pour le premier cercle par exemple, d'accord ? ». Elle invite ainsi l'élève à anticiper la création des autres cercles à faire par la suite.

La question d'élève dans le D5 est identique à celle dans le dialogue précédent. L'enseignante apporte la même réponse : « Oui. Cercle, tu peux l'appeler c comme cercle, en minuscule. Et comme tu auras trois cercles à tracer tu vas donc là créer le premier cercle c1 » (idem D13).

Dans le D8 la situation est similaire à ces dernières. L'élève veut saisir les trois cercles dans la même boîte de dialogue. L'enseignante lui apporte toutes les règles de saisie. Seulement, pour la dénomination du cercle elle fait appel à la maïeutique. Elle interroge l'élève sur la dénomination d'une droite et s'en sert pour qu'il produise tout seul la dénomination d'un cercle :

Dialogue 8

Anne : Oui ?

E : Comment je fais pour … ?

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Anne : Ah non, tu peux pas faire les trois d'un coup, tu peux faire qu'un seul cercle à la fois, d'accord ? Et le nom du cercle, à ton avis quand on nomme une droite comment appelle-t-on une droite ? On la nomme ?

E : Euh, d.

Anne : d comme droite. Ben comment on va nommer un cercle ?

E : C.

Anne : c comme cercle en minuscule, c1 si on a un autre à faire, après tu vas faire 'bis' pour les autres cercles, d'accord ?

E : Ah, d'accord.

Anne : Tu complètes en même temps.

Elle donne également un astuce pour la création des autres cercles : la fonction 'bis' permettant d'éviter le déroulement des menus (idem D24). Rappelons que, c'est un bouton d'accès rapide pour sélectionner la dernière primitive utilisée.

Dans le D38, quand l'aide de l'enseignante s'arrête au niveau de notation d'un cercle comme c minuscule, l'élève pose la question suivante : « oui, le mien c'est c minuscule, j'ai appelé mon premier, mais j'ai encore trois cercles ». A ce moment-là, l'enseignante donne les autres éléments relatifs à la notation à utiliser : c1, c2, c3.

L'enseignant demande de corriger la notation qu'un élève (D23) a utilisée pour le cercle : F. Elle ne donne pas d'autres instructions relatives à cette notation.

Dans le D48, l'enseignante essaye d'identifier un problème. A l'écran d'un élève la disposition du cercle semble incorrecte, il ne passe par aucun sommet du triangle. L'enseignante interroge l'élève sur la création de ce cercle et consulte le 'rap' afin de voir les tracés effectués. Elle constate que les trois rayons ont été saisis dans la même boite de dialogue. Dans ce cas, Geoplan crée un cercle de centre O et de rayon r = OA*OB*OC, qui ne passe en conséquence par aucun point défini. L'élève affirme qu'il a saisi les trois rayons d'un seul coup. L'enseignante lui demande de l'effacer et pour ceci elle propose d'aller dans le 'panel de couleur', ensuite dans 'Non dessiné' et de sélectionner le cercle afin qu'il disparaisse. La technique utilisée pour effacer un objet est en effet différente de ce que le logiciel propose dans ces menus ('Divers' → 'Supprimer'). 'Non dessiné' sert a rendre invisible l'objet sélectionné à l'écran (fonction 'Cacher' dans Cabri), l'objet en question ne sera alors pas supprimé. L'enseignante assiste l'élève pour la re-création du cercle. Lors de la première création l'élève avait utilisé la notation M pour le cercle, l'enseignante lui apporte alors des éléments nécessaires concernant la notation à prendre : c minuscule pour le cercle, c1, c2, c3 pour les trois cercles.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Un élève (D53) pose une question sur la notation du cercle. L'enseignante répond : « petit c comme cercle ». Du coup, l'élève saisit aussi le rayon en minuscule et cela entraîne des difficultés, car les sommets du triangle sont notés en majuscule. Rappelons que Geoplan distingue la casse des objets, par exemple a et A seront les noms de deux objets. L'enseignante lui rappelle qu'il faut tout remettre en majuscule.

Stéphane (D62) n'arrive pas à tracer le cercle. La raison de son échec vient du fait qu'il a créé les points A, B et C en minuscule alors que la saisie dans la boîte de dialogue (relative à la création du cercle) a été faite ensuite en majuscule. L'enseignante ne tente pas de corriger, mais rappelle juste à l'élève les conventions à respecter :

Dialogue 62

Anne : Stéphane, oui ?

Stéphane : Il veut pas le tracer.

Anne : Parce que c'est un c minuscule, c'est pour ça qu'il faut pas mettre n'importe quoi quand on fait des points, il y a des conventions, d'accord ?

Stéphane : Hum hum.

Anne : Bon, alors le centre c'est un grand O. Ensuite le rayon… Et ben c'est pour toi grand O, petit a *(Oa)* malheureusement. Et on va l'appeler petit c1, d'accord ? Il faut faire attention, si tu as mis des majuscules ou des minuscules, tu dois regarder ta figure, elle est sous tes yeux ta figure.

Création des médiatrices

Dans le D11, l'enseignante intervient sur la dénomination de la médiatrice sans que l'élève sollicite son aide. Comme dans le D8, elle fait référence à d'autres objets pour lui faire découvrir la dénomination de la médiatrice. Elle commence par poser la question « c'est quoi une médiatrice ? » alors que l'élève a ouvert la boîte de dialogue 'médiatrice'. L'élève pense qu'il s'est trompé, il ne comprend pas cette intervention. Rapidement l'enseignante le rassure et repose sa question à nouveau en faisant appel à la maïeutique. Elle reformule à chaque fois la question jusqu'à ce que l'élève donne la bonne réponse (idem D33) :

Dialogue 11

Anne : C'est quoi une médiatrice ?

E : Ah non !

Anne : Non, attends mais, c'est quoi une médiatrice ? C'est très bien ce que t'as fait, tu t'es pas trompé ! C'est quoi une médiatrice ? C'est un arc de cercle, c'est un rectangle, c'est un parallélogramme, c'est quoi ?

E : Non, c'est une droite !

Anne : Alors, comment tu vas nommer tes droites ? Comment on nomme une droite en général ?

E : X.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

> **Anne :** Non pas X, X est pour un point. Qu'est-ce qui se rapproche, dans le quel on voit une droite ? … Ben une d ! Minuscule et comme tu auras plusieurs à tracer, tu nommes d1 par exemple, vas-y complète ta feuille, il y a une question là-dessus !

Comme pour la création des cercles, elle anticipe le tracé de deux autres médiatrices en lui disant qu'il peut appeler la première médiatrice 'd1'.

Dans le D16, un élève demande s'il peut appeler la médiatrice 'm'. La réponse de l'enseignante est la suivante : « médiatrice, il faut l'appeler d, d comme droite plutôt que m ! ». Elle insiste sur les règles relevant de conventions mathématiques.

Peu après, un autre élève (D20) sollicite l'enseignante. En effet il a utilisé la notation m1, m2, m3 pour les trois médiatrices et il souhaite corriger cette "erreur" en les remplaçant par d1, d2 et d3. Il a dû être le témoin d'une intervention de l'enseignante auprès d'un autre élève à ce sujet. Mais il ne connaît pas la procédure dans le logiciel pour pouvoir changer la notation. Il pose la question suivante : « Hem, j'avais une médiatrice que j'ai appelé m quelque chose… ». A partir de cette question l'enseignante n'identifie pas la préoccupation exacte de l'élève, elle lui propose de consulter le 'rap' pour voir comment la médiatrice a été nommée. Rappelons que dans Geoplan les noms des objets ne s'affichent pas à l'écran (hormis les points). A la consultation du rappel des objets créés, l'élève dit qu'il les avait appelés m1, m2, m3. L'enseignante avec étonnement demande « oui, et alors où est ton problème ? ». L'élève dit qu'il pensait qu'il fallait les nommer d1, d2, d3, à ce moment précis l'enseignante prend "réellement" conscience de la préoccupation de l'élève. Elle ne trouve pas nécessaire qu'il change la notation ce qui est en contradiction avec de ce que l'élève pensait au départ.

L'enseignante intervient également sur le choix de primitive, aide les élèves à trouver la primitive 'Médiatrice' dans les menus en les explicitant à voix haute (D18, D31, D66, D71, D73).

Création du point O

Position initiale du point O

A la lecture de la consigne 1.2 : « Placer un point O » l'élève (D1) demande si le point O est un point au hasard. Deux sortes d'ambiguïté relative à cette consigne peuvent exister pour l'élève :

- La position géométrique du point O : le placer à quel endroit par rapport au triangle ABC ?
- L'existence de différents types de points dans les menus, particulièrement des sous sous-menus 'Point libre' et 'Point repéré'.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

La première semble à l'origine de la question d'élève, car le cheminement de la sélection de primitive relatif à la création des points est indiqué sur la fiche de travail : « Rappel : pour placer des points : créer → point → point libre → dans le plan ». La réponse de l'enseignante montre que la question posée est perçue comme étant en relation avec la position du point O par rapport au triangle ABC. Sa réaction va dans le sens de la clarté de la consigne. Pour elle, il ne devrait pas exister d'ambiguïté, puisqu'il n'y est pas précisé autre chose. Dans un autre dialogue (D15) la situation est quasi identique à cette dernière :

Dialogue 15

E : Le point O, il faut le mettre sur le triangle, ou euh ?
Anne : C'est écrit quoi ? C'est précisé ou pas ?
E : Non.
Anne : Bon, donc tu le mets n'importe où.

Précisons que le logiciel place les points « dans le plan » de façon aléatoire, l'utilisateur ne peut déplacer un point qu'après sa création à l'aide de la souris. L'enseignante n'attache donc pas d'importance particulière à la position du point O par rapport au triangle ABC.

Pourtant, plus tard (D41), ceci pose de problèmes. L'enseignante remarque qu'au tracé du premier cercle, la position initiale du point O correspond à celle du centre du cercle circonscrit au triangle ABC et déplace le point O de façon à ce qu'il n'existe plus à l'écran de cercle circonscrit à ce triangle :

Dialogue 41

Anne : Oh, qu'est-ce que tu as fait comme cercle ?
E : Un cercle de centre O …
Anne : Et de rayon ?
E : [OA].
Anne : Deux secondes, je vais regarder ça. D'accord… C'est vraiment très bizarre d'arriver quand-même sur le cercle circonscrit la première fois. Ton point O a été bien placé, donc on va refaire, on va déplacer ton point O, d'accord ? Voilà, continue !

La position initiale du point O perturbe en effet le projet de l'enseignante. Elle avait conçu les tâches comme une succession d'étapes, cet incident à la fin de l'étape 1 rend en partie peu signifiant la tâche attendue à l'étape 2 : « Déplacer le point O ; Que remarque-t-on par rapport au trois cercles tracés ? ». L'enseignante ne souhaite probablement pas que l'élève constate d'avance la coïncidence de deux ou trois cercles. Sa réaction confirme en effet qu'elle ne souhaite pas que l'élève arrive d'emblée au cercle circonscrit au triangle, mais par étapes.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Problèmes liés à la création du point O

A deux reprises, l'enseignante apporte son aide relative aux problèmes de création du point O. Morgane (D14) en est à la création du triangle et crée les segments à la demande de l'enseignante. Ensuite, elle explicite son cheminement de création du point O, l'enseignante est là pour valider ses actions. Il ne devrait pas persister de problème, car jusqu'à la fin les actions de Morgane sont valides. Pourtant un message apparaît : « Voulez-vous redéfinir le point O ? (O/N) ». L'enseignante demande si le point O a été déjà créé. Il n'y a en effet qu'une seule possibilité pour que ce message s'affiche, le point O a certainement été déjà créé. Morgane dit qu'elle ne l'a pas créé. Notre hypothèse est la suivante : Morgane veut dire qu'elle a tenté de créer le point O, mais que le logiciel ne l'a pas fait. A la création il était trop éloigné des autres objets et par conséquent Morgane ne le perçoit pas et pense que le logiciel a refusé sa création. L'enseignante consulte le rappel (la fonction 'rap') et confirme alors qu'il a été déjà créé et que cela était à l'origine du message reçu.

Dans une autre situation (D49), l'élève a sur sa fenêtre Geoplan un triangle abc et un cercle de rayon ab. Il n'a pas respecté les conventions mathématiques liées à la notation des objets. Cela attire l'attention de l'enseignante qui demande où est placé le point O. Car normalement, il devrait être affiché à l'écran. L'élève avec une voie hésitante répond qu'il ne l'a pas créé. L'enseignante, procède de la même manière, elle se propose d'utiliser la fonction 'rap'. Le dernier objet créé s'affiche comme : « c1 cercle de centre o et de rayon ab (Unité Uoxy) », elle remarque très vite que le point O n'a pas été créé, il s'agit de l'objet o prédéfini dans le logiciel comme origine du repère Roxy. Le cercle c1 est un cercle de rayon ab ayant son centre à l'origine du repère Roxy. Par conséquent, il n'est pas celui qui est demandé et son centre l'objet o est invisible à l'écran. Cela rend impossible le déplacement du centre des cercles demandé aux étapes suivantes du travail. L'enseignante demande alors de recommencer par créer le point O en majuscule :

Dialogue 49

Anne : Euh…Quand on nomme des points on met des lettres majuscules normalement. Tant pis tu l'as commencé comme ça hein. Et ton point O il est où ? Tu l'as placé le point O ?

E : Euh non.

Anne : Alors si on continue comme ça tu vas voir ce que dit l'ordinateur. *(Anne consulte le 'rappel')* Si, il a ton point O quelque part. Où est ton point O ? De centre O… Ah oui d'accord, ils ont pris le O de l'ordinateur, donc ça va pas. On va créer un point O d'accord, en majuscule, tout ce qui est point, c'est toujours en majuscule. Et là tu recommences avec grand O, tant pis pour petit a, petit b, petit c.

b) Interventions relatives aux tâches de déplacement du point O

Incompréhension de la consigne /difficulté gestuelle

Adrian (D19) sollicite l'enseignante, il n'arrive pas à superposer les trois cercles. L'enseignante lui apporte son aide en prenant en compte deux types de difficultés : elle précise que le point O doit être sur la médiatrice et qu'il faut aller tout doucement pour que les cercles se coïncident. Peu après (D22), elle aperçoit une situation identique à cette dernière, elle accentue (mot souligné dans le dialogue) juste le fait que le point O doit être déplacé sur la médiatrice. Pour elle, le lien entre les 3.3 (« Déplacer O sur la médiatrice de [AB] ») et 3.5 (« Peut-on avoir les 3 cercles qui coïncident ») est transparent (rappel de la 3.4 : « peut-on avoir 2 cercles qui coïncident ») :

Dialogue 22

Anne : Il faut être sur la médiatrice, tu n'es pas sur la médiatrice là ! C'est bien ce qui est écrit sur ta feuille, tu n'es pas sur ta médiatrice là, pour conclure.

Dans le D72 aussi, par rapport à la même sollicitation pour la 3.5, elle apporte son aide juste au niveau gestuel.

Un élève (D36) est à la 4.1 : « Dans le cas où les trois cercles se coïncident, tracer la médiatrice de [AC] ». Apparemment, il n'a pas constaté la coïncidence de trois cercles à la 3.5, par conséquent cette question lui crée des difficultés. Quand l'enseignante lui dit « tu t'arranges pour que ça coïncide », la réaction de l'élève montre en effet qu'il n'a pas fait le lien entre le déplacement du point O sur la médiatrice et la coïncidence de trois cercles :

Dialogue 36

Anne : Oui ?

E : Là c'est un cas où les trois cercles se coïncident.

Anne : C'est pas le cas, donc, tu t'arranges pour que ça coïncide.

E : Ah il faut que ça coïncide.

Anne : Tu t'arranges, tu déplaces le point O sur la médiatrice jusqu'à ce que ça coïncide, d'accord ? … Oui !

La difficulté de l'élève au D73 est similaire à cette dernière, l'enseignante apporte son aide au niveau gestuel et attire l'attention sur la position du point O sur la médiatrice.

Dans le D58, l'élève sollicite l'aide de l'enseignante pour la 3.5. Il n'arrive pas visiblement à faire coïncider les trois cercles. Il nous semble que l'enseignante ne comprend pas la difficulté à faire le lien entre les 3.3 et 3.5, elle considère que l'élève a sauté la 3.4 et que cela est à l'origine de la difficulté. Elle attire alors l'attention de l'élève sur la coïncidence de deux

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

cercles, l'élève devrait passer selon elle par là pour trouver la position commune aux trois cercles.

Dans le D68, l'élève est à la 3.5 mais le point O ne se situe pas sur la médiatrice. L'enseignante pense alors que l'élève est à la 3.4 et l'aide à déplacer le point O sur la médiatrice pour que les deux cercles se coïncident. Quand l'élève lui dit qu'il est en effet à la 3.5, l'enseignante apporte son aide juste au niveau gestuel.

Hors catégorie

Un élève (D29) ne prête pas l'attention à la consigne et déplace le point B, l'un des sommets du triangle ABC. L'enseignante intervient tout de suite: « Ce n'est pas le point B qu'il faut déplacer sur ta feuille hein, c'est le point O, d'accord ? Réponds aux questions qui sont posées, n'invente pas d'autres questions ! ».

Vers la fin de la séance (D69), un élève est encore à la 3.1 : « Tracer la médiatrice de [BA] ». L'enseignante le guide de façon à ce qu'il puisse rapidement passer à la 3.5 :

Dialogue 69

Anne : … Oui, et on va l'appeler petit d pour la médiatrice, d'accord ? Est-ce que O est sur la médiatrice ?

E : Non.

Anne : Alors tu réponds à la question posée et on déplace O sur la médiatrice. Si je déplace O sur la médiatrice qu'est-ce qui se passe ? Combien de cercles il te reste ?

E : Un, deux.

Anne : Alors tu réponds à la question. –Chut, on se tait ! -

c) Interventions relatives aux tâches d'observation/rédaction

Incompréhension de la consigne

Dans le D17, l'élève a besoin de précision concernant la question à la 3.2 : « O appartient-il à la médiatrice ? ». Sur sa figure le point O n'appartient pas à la médiatrice, mais il hésite tout de même à répondre « non » à la question. Il nous semble que, selon l'élève, l'attente de l'enseignante est que le point O appartienne à cette médiatrice. Le fait qu'il s'agisse d'un simple constat lui paraît moins possible. La réponse de l'enseignante est assez rapide, elle propose la réponse comme une évidence :

Dialogue 17

Anne : Oui ?

E : « O appartient-il à cette médiatrice ? », au début non mais, là je vais déplacer, donc je mets 'non' ?

Anne : Non, mais au début non, voilà.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Le D26 révèle une situation similaire à cette dernière. Joffrey a du mal à comprendre la signification de la question à la 4.2 : « Où se situe le point O ? ». Ici aussi il s'agit de faire un constat direct, alors il demande « O il est pas obligatoirement sur la médiatrice ? ». L'enseignante est gênée par sa question et l'incite à y répondre sans donner aucune explication : « Bon alors tu réponds, tu réponds, tu réponds à la question ».

La question d'Adrian (D28) n'est pas totalement audible, elle commence par « qu'est-ce qu'on peut dire… ? ». Il nous semble qu'il est à la 4.4 : « que remarque-t-on ? », puisque l'enseignante lui propose de répondre d'abord à la première question (4.2) avant de passer à la médiatrice. Elle n'apporte pas davantage d'aide.

D'autres difficultés des élèves dans l'observation/rédaction ont un lien fort avec les difficultés liées aux tâches du déplacement du point O sur la médiatrice. Les dialogues correspondants sont commentés à la page 159 (D36, D58, D73). En effet, les élèves ne font pas le lien entre le déplacement du point O sur la médiatrice et la coïncidence de trois cercles.

Difficulté d'expression/lexicale

Un élève (D27) analyse sa figure pour répondre à la question 4.2 : « Où se situe le point O ? ». Il sollicite l'aide de l'enseignante. Nous remarquons que l'observation est déjà faite mais il a du mal à s'exprimer avec les termes convenables. Il conclut que le point O est le milieu du cercle. L'enseignante apporte son aide en précisant qu'un cercle n'a pas de milieu, mais un centre.

Cyrielle (D45) est à la 3.4 : « peut-on avoir 2 cercles qui coïncident ? », le terme « coïncident » lui est étranger. Cela l'empêche de comprendre la question et d'y répondre. L'enseignante essaie de lui expliquer la signification de « coïncider » avec les mots plus familiers : « l'un sur l'autre, superposé ».

Hors catégorie

Rappel à la rédaction

L'enseignante rappelle à l'élève dans certains dialogues (D8, D11, D63, D69) les tâches de rédaction en insistant sur la nécessité de rédiger des réponses. Ces interventions marquent en général la fin d'une sous-étape, elles sont suivies d'autres interventions.

Nombre de ligne réservées à la rédaction

Le nombre de lignes réservées à la rédaction pose de problème pour un élève (D12), la question est inaudible, mais il nous semble qu'il souhaite savoir s'il faut remplir toutes les

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

lignes. La réponse de l'enseignante montre qu'il n'y a pas d'impératif à ce sujet. En réalité, elle ne souhaite pas apporter son aide à ce niveau :

Dialogue 12

Anne : Oui ?
E : *(Question inaudible)* ?
Anne : Ben je sais pas, si tu n'as qu'une seule ligne à écrire tu n'écris qu'une seule.

d) Interventions relatives aux tâches de théorisation

Incompréhension de la consigne et difficulté d'expression/lexicale

Un élève (D25) pose une question (inaudible), d'après la réponse de l'enseignante, nous identifions la tâche dont il est question (5.2), l'élève veut certainement savoir ce que c'est un cercle circonscrit. L'enseignante lui répond par une autre question : « d'après ta figure, ça va être quoi le cercle circonscrit ? ». Sachant que l'élève a à cette étape un seul cercle (les trois cercles sont superposés) à l'écran, l'aide apportée à l'élève reste au niveau ostensif.

Dans un autre dialogue (D34), à la question d'élève « ça veut dire quoi "circonscrit" ? », l'enseignante fait à nouveau référence à la figure présente à l'écran. Elle donne des indices dans la question en mettent l'accent sur des mots : « d'après tes figures, c'est quoi par rapport au triangle, le cercle circonscrit qui passe par les ? ». L'élève hésite, mais l'enseignante complète rapidement la fin : « trois sommets ». Ici aussi, la réponse reste partiellement au niveau ostensif, dans la définition donnée il manque d'éléments sur le centre du cercle circonscrit.

Dans le dialogue (D35) suivant, la même question est posée : « le "cercle circonscrit" c'est quoi ? ». Cette fois-ci, l'enseignante "fait rencontrer" la question à toute la classe, probablement, afin de traiter cette difficulté collectivement, la réponse est identique à la précédente :

Dialogue 35

E : Le "cercle circonscrit" c'est quoi ?
Anne : *(Anne repose la question à toute la classe)* Alors, plusieurs de vos camarades parmi ceux qui ont déjà fait l'activité sur ordinateur me demandent ce que c'est un cercle circonscrit. Qui est-ce qui peut répondre ? Nicolas ? Chut !
Nicolas : Euh, c'est le cercle qui passe par les trois sommets du triangle.
Anne : Le cercle qui passe par les trois sommets du triangle. Le cercle que vous devez avoir à la fin de votre activité.

La même réponse est donnée à un élève dans le D52. Peu après (D65), Cyrille dit qu'il ne comprend pas la question à la 5.2, la réponse de l'enseignante est un peu plus développée, après avoir répété la même réponse, elle montre la figure et demande « où est son centre ? ». Alors Cyrille répond de la même manière avec des moyens ostensifs « ici ». L'enseignante

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

reprend la question en incluant des éléments de réponse, elle utilise la maïeutique : « Mais il est où particulièrement par rapport à…? ». Cyrille répond « à l'intersection de deux médiatrices », une autre question est posée : « Il y'en a deux ou j'en vois trois ? », Cyrielle finit par dire « trois médiatrices ». Alors, l'enseignante confirme la réponse donnée et lui demande de l'écrire sur la feuille.

Dans le D30, l'élève essaie de répondre à la 5.2, mais il est confronté à des difficultés d'expression. Il exprime sa difficulté en disant « O est le centre de toute la figure ». L'enseignante réagit en mettant l'accent sur l'expression utilisée : « "le centre de la figure", euh, tu es sûr que ça veut dire quelque chose en mathématiques, "le centre de la figure" ? ». L'élève lui répond « non, mais j'arrive pas à le dire… ». L'enseignante lui suggère d'abord, de trouver les termes convenables avant de répondre à la question, ensuite, elle propose d'écrire au crayon papier et de mettre après le bon mot qui est derrière.

Difficultés liées à rédiger le programme de construction

L'élève dans le D32 a du mal à rédiger le programme de construction. L'enseignante reprend la question à l'étape 6 : « et ben, imagine que tu as un triangle et que tu ne sais rien d'autre, comment tu vas faire pour avoir son cercle circonscrit qui passe par les trois sommets ? ». Ainsi, la question initiale « donner un programme de construction du cercle circonscrit d'un triangle » devient un peu plus instructive facilitant la compréhension de l'énoncé.

Un élève (D40) essaie de savoir ce qu'il faut faire pour rédiger le programme de construction :

Dialogue 40

Anne : Oui ?

E : « Donner un programme » ça veut dire « résumer tout ce qu'on a fait » ?

Anne : Euh, non, donner un programme de construction c'est « qu'est-ce que tu fais quand tu as un triangle quelconque pour trouver le centre de cercle circonscrit ». Par rapport à tout ce que tu as écrit, tu devrais le dire, tu devrais savoir le dire. Donc tu relis bien ce que tu as écrit pour me donner la construction, d'accord ?

La réponse de l'enseignante montre que l'accent doit être mis sur le centre du cercle circonscrit, élément qui n'a pas été évoqué dans le D32 (idem D44, D67). Dans le D64, l'enseignante propose de rédiger le programme en faisant le lien avec l'étape précédente, les 5.1 et 5.2, elle ajoute que la 6 découle de la 5 (idem D70). Dans le dernier dialogue (D74) elle propose à l'élève de réfléchir sur la 6, sûrement faute de temps, la séance est presque terminée.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

e) D'autres interventions

Au niveau collectif, l'enseignante est intervenue 4 fois. Ces interventions concernent :

- l'avertissement sur pour compléter la feuille, à partir de la 8e min de la séance : « Complétez bien votre feuille en même temps hein ! » (après D8), « N'oubliez pas de compléter votre feuille ! » (après D10) ;
- l'utilisation de la fonction 'bis' pour les tâches de création et la rédaction des réponses : « Utilisez bien la fonction 'bis' pour ne pas perdre de temps » (après D21) ;
- la définition du « cercle circonscrit à un triangle » (D35).

A 5 reprises, l'enseignante a apporté une aide technique, pour :

- déplacer l'ensemble de la figure en enfonçant le bouton droit de la souris (D37, D59) ;
- effacer une saisie erronée dans une boîte de dialogue en utilisant la touche 'supprimer' du clavier (D56) ;
- gérer le fichier informatique (D1, D10, avant D34 et D37).

L'enseignante a intervenu aussi pour avertir les élèves sur la gestion du temps (D54, D57, avant D6 et D57).

2.2.3. Synthèse de l'observation

Dans cette synthèse, nous exploitons d'abord de façon globale, les données quantitatives relatives aux dialogues et aux interventions de l'enseignante. Ensuite, nous discutons quelques résultats que nous avons dégagés de notre observation.

a) Données quantitatives sur les dialogues et interventions de l'enseignante

Nous nous intéressons tout d'abord à la répartition du temps et des dialogues selon les deux groupes d'élèves.

Au total **74** dialogues ont été repérés (numérotés D1-D74). Après 17,5 minutes (à partir du début du travail en environnement informatique) les élèves qui ont travaillé sur ordinateur, ont commencé à céder leur place à leurs camarades qui ont travaillé en papier-crayon. Cela a duré à peu près 7,5 minutes. Au bout de 46 minutes de travail en environnement informatique, la cloche a sonné. Rappelons que l'intention de l'enseignante était d'accorder beaucoup plus de temps aux élèves du deuxième groupe du fait qu'ils sont plus faibles. Les données ci-dessous montrent que les élèves du deuxième groupe ont eu en effet plus de temps pour effectuer leur travail sur ordinateur :

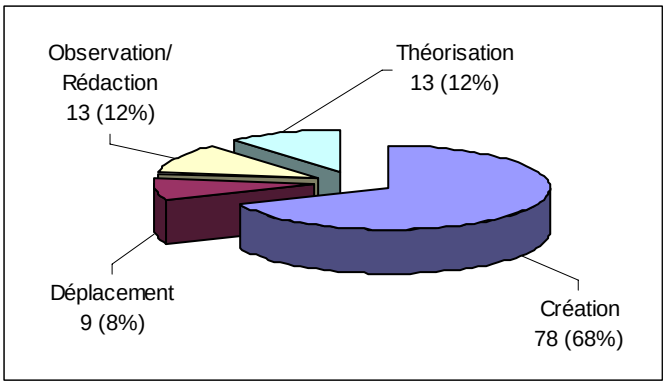
tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	Durée minimale	Durée maximale
Elèves du premier groupe	17,5 minutes	25 minutes
Elèves du deuxième groupe	21 minutes	28,5 minutes

Tableau 9 : partage du temps entre les deux groupes d'élèves durant la séance

Voici la répartition des dialogues selon les deux groupes d'élèves : les dialogues de D1 à D36 concernent les élèves du premier groupe (les 25 premières minutes). Les dialogues avec le deuxième groupe commencent à partir du D37. Du D37 au D74 ils peuvent concerner les deux groupes d'élèves. En effet, certains élèves du premier groupe ont cédé leur place sur ordinateur, mais continué à travailler la fiche Geoplan au lieu de passer aux exercices sur le livre. Ils ont sollicité l'enseignante à propos des tâches Geoplan, ainsi ces dialogues se trouvent inclus dans ceux du deuxième groupe.

Considérons maintenant la répartition des interventions relativement aux types de tâches[22] (Graphique 4, cf. Annexe 5, § 5.2 pour un tableau détaillé). Le nombre total est de **113**.



Graphique 4 : le nombre d'interventions relatif aux types de tâches

b) Création des objets : une assistance "abondante" auprès des élèves

Près de 70 % des interventions (60 % des dialogues) portent sur les tâches de création. Nous avons constaté que ces interventions portent en grande partie (70 %) sur la saisie de données dans les boîtes de dialogue du logiciel avec 55 interventions. 11 interventions concernent l'ordre de création (ou création préalable) (14 %), 6 le choix de primitive (8 %) et 6 ont été placées hors catégorie (8 %). Rapportons aussi la répartition des interventions selon les objets créés : triangle 27 ; cercles 27 ; point O 10 ; médiatrices 14.

L'enseignante a ainsi effectué une assistance importante auprès des élèves durant toute la séance concernant la création d'objets. Quand l'élève pose une question sur la création d'un

[22] Une répartition des dialogues ne serait pas pertinente car un même dialogue peut comporter plusieurs interventions relatives à des types de tâche différents.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

objet, l'enseignante apporte souvent des éléments supplémentaires n'ayant pas de rapport direct avec la question d'élève. Il s'agit des éléments relatifs aux notations et à la technique de la saisie de données. Par exemple l'enseignante incite à saisir les segments "sans crochets". Dans les notations, elle insiste sur les identificateurs. Elle se donne des règles implicites concernant la casse et la dénomination. Prenons l'extrait d'intervention suivant de l'enseignante pour rappeler ces règles :

« Cercle, tu peux l'appeler **c** comme cercle, en **minuscule** »
dénomination casse

Elle intervient sur la casse des objets mathématiques dès le début de la séance (D1) : « les points sont toujours en majuscule, les cercles et les droites sont nommés en minuscule ».

Interventions sur la saisie de données : contraintes logicielles ou mathématiques ?

La contrainte de « nommer les objets » imposée par le logiciel conduit certains élèves à solliciter l'aide de l'enseignante. A une question d'élève telle que « comment on nomme un cercle ? », l'enseignante répond en général ainsi : « avec un c comme cercle, en minuscule. c1, c2, c3 pour les trois cercles ». L'enseignante a une règle implicite de création pour les objets non nommés dans l'énoncé : les cercles sont numérotés c1, c2, c3 dans l'ordre de création et les droites (médiatrices) d1, d2, d3 de même. Elle n'a pas explicité cette règle et l'énoncé n'y fait pas référence. Nous avons constaté que pour certains élèves cette règle apparaît comme absolue. Par exemple, un élève (D20) nomme les médiatrices m1, m2 et m3, mais il entend l'enseignante indiquer d'employer d1, d2, d3 dans un dialogue avec un autre élève. Il tente donc de changer les noms des médiatrices en d1, d2, d3, alors que conserver les noms m1, m2 et m3 serait sans conséquence. L'enseignante ne voit pas l'utilité de les changer, il nous semble qu'elle ne comprend pas ce qui gêne l'élève. Notons alors qu'une numérotation du type m1, m2, m3 choisie par certains élèves serait pertinente et non contradictoire avec la sémantique implicite. L'enseignante le reconnaît, mais les élèves n'ont pas conscience de cette sémantique et de la souplesse qu'elle permet.

Les règles ne sont pas directement imposées par la syntaxe de Geoplan. Elles sont sous-tendues par une « sémantique » qui distingue les points, les droites et les cercles et attribue, comme dans la pratique habituelle, des lettres différentes aux points (A, B, C…). Comme Geoplan ne permet pas l'utilisation de polices différentes, il est important que les points soient nommés en majuscules et que les autres objets soient en minuscules et numérotés. A

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

l'aide des exemples ci-dessous, essayons de comprendre les interventions de l'enseignante sur la notation des objets :

Les points A, B, C et O	Les points sont les premiers objets à nommer. Il est peu probable que l'élève les nomme en minuscule du fait qu'ils sont déjà indiqués dans l'énoncé. Si toutefois on les nomme en minuscule, le logiciel les crée sans problème, sauf pour le point o, car c'est un objet prédéfini dans le logiciel.
Les cercles c1, c2, c3	Si l'enseignante répond simplement « avec un c » quand l'élève demande la dénomination d'un cercle, il se peut qu'il le saisisse en majuscule, cela provoquera un problème car un objet C comme point a été déjà créé (a priori), d'où la nécessité d'ajouter « avec un minuscule » pour l'enseignante. Comme le tracé de trois cercles est demandé, elle propose de les nommer « c1, c2, c3 ». Sans cette indication, l'élève pourrait attribuer le même nom lors d'une création ultérieure, d'autant plus facilement que le nom n'apparaît pas à l'écran. Le logiciel émettrait alors un message d'erreur. La sémantique implicite de l'enseignante se base sur la numérotation plutôt que sur l'attribution de nouvelles lettres. En effet l'attribution de la lettre minuscule suivante (ici d) serait acceptée par Geoplan, mais pourrait entraîner pour l'élève comme pour l'enseignante, des confusions concernant le type d'objet créé.
Les médiatrices d1, d2, d3	Les raisons des interventions sont identiques à celles pour la notation des cercles. Par contre, le tracé de trois médiatrices n'est pas demandé en même temps à la différence des trois cercles dont le tracé est demandé dans une même étape. Comme les tâches sont conçues comme une succession d'étape, il est peu probable que l'élève lise globalement tous les énoncés de façon à prendre connaissance du tracé de trois médiatrices. Si par exemple il nomme d la première médiatrice, à une étape prochaine il aura du mal à nommer la deuxième, puis la troisième. Afin d'éviter cette difficulté l'enseignante fournit donc d'avance les éléments nécessaires à notation des médiatrices en proposant aux élèves d'employer « d1, d2, d3 ».

Tableau 10 : analyse des interventions de l'enseignante relatives à la notation des objets

Certains élèves ont rencontré des problèmes dont l'origine est la notation qu'ils ont prises lors de la saisie de données. Rappelons que Geoplan n'affiche pas sur la figure les noms des objets créés (excepté les points) bien qu'ils soient demandés lors de leur création. Alors l'enseignante, pour inspecter l'origine des problèmes rencontrés par les élèves, a systématiquement consulté le 'rap' qui affiche le rappel des objets créés accompagnés de leur nom.

En ce qui concerne la saisie lors de la création d'un segment, l'enseignante a insisté sur la notation des segments sans crochets et demandé de mettre un espace entre chaque segment. La notation avec crochets que les élèves utilisent spontanément, est conforme aux conventions mathématiques. Les deux notations sont acceptées par le logiciel. Voici une autre intervention de l'enseignante : « on met pas les crochets avec le logiciel quand on nomme un segment ». Pourquoi insiste-elle pour que les élèves emploient la notation d'un segment "sans crochets" qui est à l'encontre des conventions mathématiques et de la notation employée (segment

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

marqué avec crochets) dans l'énoncé ? Nous avons émis trois hypothèses pour interpréter ces interventions :

- méconnaissance par l'enseignante de la possibilité d'usage des crochets lors de la saisie ;
- choix de la notation la plus simple/économique pour aller plus vite dans le travail ;
- anticipation d'une difficulté technique/gestuelle relative à la saisie de crochet à l'aide du clavier.

Récapitulons ci-dessous les interventions au niveau technique de la saisie de données :

1. la nécessité de mettre un espace entre chaque segment lors d'une saisie multiple ;
2. la possibilité de saisir plusieurs segments dans une même boîte de dialogue ;
3. l'utilisation de la fonction 'bis' ;
4. l'impossibilité de saisir plusieurs cercles dans une même boîte de dialogue.

L'intervention 1° a été évoquée ci-dessus. Les interventions 2° et 3° font appel aux possibilités offertes par le logiciel pour effectuer rapidement les créations et éviter l'entrée par les menus. La 4° est liée aux choix des concepteurs, ces choix tenant compte de la nature de l'objet à créer (ici cercle).

Pour la saisie de données, comme pour le choix de primitive, l'enseignante donne tous les éléments, elle explicite le cheminement dans les menus relatifs à la primitive à choisir. Quand il n'existe pas de primitive permettant directement la création d'un objet demandé dans l'énoncé, l'enseignante donne peu d'indications sur la façon d'opérer. Elle met l'accent sur le mot « construire ». Ce mot veut faire entendre qu'il faut se servir de plusieurs primitives pour obtenir un triangle. Par exemple pour certains élèves le choix de primitives était problématique pour la création de ABC à cause de l'absence d'une primitive telle que 'Triangle' dans les menus Geoplan. L'enseignante a laissé les élèves trouver par eux-mêmes qu'il s'agissait de créer trois segments.

Tâches de création : pas d'enjeux d'apprentissage

Les tâches de création s'effectuent en général à la phase de mise en place et, par rapport à l'objectif mathématique, elles ne constituent pas l'essentiel dans le travail. L'enseignante fait donc en sorte que ses élèves passent ces tâches (et certaines sous-étapes dans la phase d'expérimentation) le plus vite possible, afin de préserver le temps nécessaire à la phase d'expérimentation et de décontextualisation. La contrainte de temps pèse lourdement, puisque la demi-séance "informatique" dure seulement 25 min. Elle propose aux élèves d'utiliser le

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

bouton d'accès rapide aux primitives 'bis' pour gagner du temps sur le déroulement des menus.

c) Les interventions de l'enseignante selon les types de tâches

Comme nous l'avons déjà souligné, concernant les tâches de création l'enseignante assiste souvent les élèves pour la saisie de données, le choix de primitive et l'ordre de la création. Précisons qu'elle ne procède pas toujours d'une seule manière pour traiter les difficultés, même quand elles sont de même ordre. Il est possible que ses interventions dépendent du niveau (mathématique) de l'élève.

Dans la majorité des cas, l'enseignante reformule les questions, les redécoupe, met l'accent sur les "mots clés -maëutique- pour faire trouver à l'élève l'action souhaitée -effet Topaze. Dans d'autres cas, elle guide plus directement les actions de l'élève, prenant ainsi en charge l'essentiel de l'activité de création.

Pour les tâches d'observation/rédaction de la phase d'expérimentation l'enseignante intervient peu, se contentant de rappeler qu'une réponse est à donner sur la fiche.

Pour les tâches de théorisation de la phase de décontextualisation, elle fait souvent référence aux observations faites dans la phase d'expérimentation. Elle utilise en général l'ostension (par exemple montrer la figure) et un questionnement maïeutique pour traiter les difficultés lexicales et aider dans la rédaction des réponses.

Pour la dernière tâche où il est demandé de rédiger un programme de construction, l'enseignante propose généralement de se référer aux réponses à l'étape 5. Elle ne fournit pas d'aide directe pour cette dernière partie qui constitue manifestement une part importante du travail. Elle préfère la laisser à l'initiative de l'élève.

d) La clarté des consignes : divergences entre l'enseignante et les élèves

Des consignes ne sont pas claires pour certains élèves et l'enseignante en prend difficilement conscience. Par exemple, tandis que la consigne de « placer un point O » n'est pas suffisamment précise pour l'élève (le placer où par rapport au triangle tracé ?), pour l'enseignante il est clair que la position de O est indifférente, car elle n'est pas précisée dans l'énoncé. A ce propos, citons une situation qui a provoqué une gêne chez l'enseignante. Le positionnement aléatoire des points par Geoplan fait que par hasard les trois cercles de centre O, passant chacun par les sommets du triangle coïncident sans qu'un geste de déplacement soit fait par l'élève. Cela perturbe considérablement le projet de l'enseignante (la réalisation

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

des tâches comme une succession d'étapes), elle déplace elle-même immédiatement le point O sur l'ordinateur de l'élève. Pour que l'activité puisse être réalisée, il faut que l'élève trouve les propriétés visées suivant les étapes prévues.

De même l'enseignante a peu conscience des ambivalences de la rédaction de l'énoncé dans la fiche de travail. Une première ambivalence est que cet énoncé est certaines fois rédigée comme une référence "clés en main" pour réaliser la tâche, et d'autres fois, comme une source de laquelle l'élève doit extraire certains éléments pour "pouvoir" accomplir les tâches dans l'environnement Geoplan. Pour l'enseignante, certaines tâches, nouvelles pour l'élève, doivent être rédigées de façon "presse bouton" tandis que pour d'autres, l'élève doit être capable de construire les actions dans Geoplan à partir d'un énoncé rédigé sans référence à cet environnement. Une deuxième ambivalence, est que certaines tâches d'observation demandent un constat direct, alors que d'autres supposent des actions préalables et l'élaboration d'une conjecture. Pour l'enseignante cette différence est "transparente".

Il n'est pas non plus facile pour l'enseignante de prendre conscience des difficultés rencontrées par les élèves pour les tâches de déplacement, d'observation/rédaction et de théorisation. « Déplacer, observer » ne font pas partie du répertoire courant d'actions de l'élève, et le vocabulaire associé (coïncider,…) n'est pas non plus courant en mathématiques. L'enseignante situe ces actions et ce vocabulaire sur le plan visuel et opératoire, et ne ressent pas la nécessité de les "expliquer".

e) Les interventions selon les demi-séances

Nous n'avons pas observé de variations importantes dans les interventions de l'enseignante auprès de deux groupes d'élèves lors de deux demi-séances.

Les interventions liées aux tâches de création sont les mêmes alors que le niveau des élèves est différent dans les deux groupes. En revanche, l'enseignante a été beaucoup plus sollicitée par les élèves du deuxième groupe pour les tâches de rédaction et de théorisation. Ceci est cohérent avec le fait que les élèves du deuxième groupe présentent plus de difficultés que les élèves du premier groupe (qualifiés comme de bons élèves).

Certains élèves du premier groupe ont continué à remplir la fiche lors de la deuxième demi-séance (sans ordinateur) et ont été invités à se référer à l'exercice du manuel qui fournit le programme de construction du cercle circonscrit à un triangle.

Durant toute la séance l'enseignante effectue peu d'interventions collectives concernant les tâches. Une intervention collective est faite suite à une difficulté lexicale d'un élève (D35) sur

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

le cercle circonscrit. L'enseignante donne la parole à un élève, par ce moyen elle fait rencontrer cette difficulté à toute la classe. Trois autres interventions concernent un rappel à la rédaction et l'utilisation de la fonction 'bis'.

2.3. Regard a posteriori de l'enseignante

Nous n'avons pas effectué un entretien après séance faute de temps de l'enseignante. A notre demande, elle a envoyé par mail un bref commentaire sur la séance. Notons tout d'abord que, lors de la séance elle nous a fait parvenir deux remarques. L'une porte sur les difficultés des élèves pour les tâches de rédaction et théorisation :

> « Les élèves bloquent sur le 5, et le 6. Dès que c'est manipulation ça va, dès qu'on arrive ici à des déductions, ils ont plus de mal à les écrire » (après D61, 38^{e} min).

Elle considère que les élèves réussissent mieux les tâches de création et de déplacement. Juste avant la fin de séance, elle a mis l'accent sur le manque de temps pour les élèves :

> « Ça va sonner, mais ils n'auront pas tous le temps de finir » (après D71).

Elle a envoyé deux mails. Dans le premier, elle fait une réflexion sur l'organisation de la séance en deux groupes dont le but était que les élèves du premier groupe puissent rapidement finir le travail (en raison de leur meilleur niveau en mathématiques) et que cela laisse un peu plus de temps pour les élèves du deuxième groupe (les moins bons élèves). Malgré cela elle remarque que quelques élèves du deuxième groupe n'ont pas eu suffisamment de temps. Elle explicite également le but de la séance dans son mail :

> « Le but de cette activité est de faire en sorte que les élèves constatent que le centre du cercle circonscrit à un triangle ne se situe pas n'importe où. En effet, dans un premier temps, ils constatent qu'il se situe sur la médiatrice d'un côté, puis, qu'il est aussi situé sur la médiatrice d'un deuxième côté, et enfin, sur la médiatrice du troisième côté du triangle. Dans la question 6) ils n'ont pas fait remarquer que deux médiatrices suffisent car les trois médiatrices sont concourantes. Ce qui est un peu dommage. »

Le deuxième mail a été envoyé longtemps après la séance. Nous avions en effet relancé une demande pour connaître le point de vue de l'enseignante quant au rôle du logiciel dans les tâches proposées. Voici la réponse obtenue (c'est nous qui soulignons) :

> « Elle permet aux élèves de constater rapidement que les trois médiatrices d'un triangle sont concourantes (en déplaçant les sommets, les élèves constatent que cela est valable pour beaucoup de triangles sans pour autant que ce soit une démonstration), que le cercle de centre le point de concours passe par les trois sommets du triangle. Il ne reste plus après qu'à faire la démonstration. »

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Remarquons que la citation soulignée n'est en aucun cas lié aux tâches proposées : le *déplacement* n'a pas dans ce travail la fonction de validation/invalidation des procédures ou d'obtenir une multitude de configurations comme elle l'a indiqué dans son post-mail. Or, dans les tâches proposées, il s'agit de déplacer le point O et non les sommets du triangle. La construction du cercle circonscrit du triangle ABC réalisée est telle qu'elle ne réside pas au déplacement, il s'agit en effet d'une activité expérimentale. Par ailleurs, dans la séance, elle intervient auprès d'un élève (D29) quand il déplace le point B (l'un des sommets du triangle ABC) en disant que « ce n'est pas le point B qu'il faut déplacer, c'est le point O ». Revenant au dernier mail, nous avons remarqué que l'enseignante a en effet confondu cette séance avec une autre sur le thème « les droites remarquables d'un triangle » (à la quelle nous avons assisté aussi, analysée dans la section 3 de ce chapitre). Dans cette dernière, il n'existe pas de tâche relative à la construction du cercle circonscrit d'un triangle. En revanche, il s'agit de déplacer les sommets d'un triangle. Donc, le dernier mail intègre les éléments de deux différentes fiches de travail, cette confusion est fort probablement dû au temps découlé depuis la réalisation des séances.

Conclusion

Comme l'a montré notre analyse a priori, l'énoncé ne guide pas de façon détaillée l'élève dans les actions à effectuer avec le logiciel. L'enseignante fait le choix d'un énoncé centré sur les mathématiques qui est cohérent avec son analyse préalable selon laquelle les élèves ne vont pas rencontrer de difficultés à manipuler le logiciel et que Geoplan peut faciliter la création d'objets. L'enseignante s'attendait en effet à ce que l'environnement informatique facilite les tâches de création par rapport au papier-crayon. Elle avait prévu que les élèves pourraient travailler de façon autonome grâce à une première initiation lors d'une séance précédente. L'énoncé n'attire pas non plus l'attention sur la nécessité de donner des noms aux objets créés et ne donne pas de consigne quant aux noms à employer.

L'observation montre que les élèves rencontrent des difficultés lors de la création des objets demandés dans l'énoncé, notamment lorsqu'il s'agissait de les nommer où d'utiliser des objets déjà créés. Rappelons que dans Geoplan (cf. chap. VI) la création des objets se fait par l'entrée de données dans des boîtes de dialogue. De façon à raccourcir le temps que les élèves passent à l'entrée des données dans les boîtes de dialogue, l'enseignante les a assistés et a tenté de leur faire adopter certaines notations. L'enseignante a ainsi consacré une grande

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

majorité de ses interventions auprès des élèves à traiter ou à prévenir les difficultés liées à l'entrée des données.

Il nous semble que ces interventions avaient pour première fonction d'alléger les contraintes de l'entrée des données dans Geoplan afin de donner la possibilité aux élèves de se centrer sur les tâches d'observation/rédaction et de théorisation. Nous comprenons que ces dernières tâches sont celles que l'enseignante juge les plus importantes. Il est cependant à remarquer qu'elle aurait pu traiter l'entrée de données collectivement plutôt que individuellement, ce qui aurait considérablement allégé son activité et lui permettre de se consacrer à d'autres difficultés. Elle aurait pu utiliser le tableau pour, par exemple, écrire les noms des objets tels que les élèves devaient saisir dans les boîtes de dialogues ou donner quelques indications techniques. Cependant, cette intervention collective aurait nécessitée d'être préparée, et donc notre interprétation est que l'enseignante prend conscience progressivement au cours de la séance de l'instrumentation insuffisante de Geoplan par les élèves et des difficultés qui en découlent : dans l'action, l'enseignante veut "passer vite" sur ces difficultés, les compenser pour que les élèves se concentrent sur ce qu'elle considère comme la tâche "mathématique".

Les interventions portant sur le nom à donner aux objets sont pour partie motivées par les contraintes imposées par Geoplan lorsque les élèves ne les comprennent pas. Ces interventions visent aussi à inciter les élèves à adopter un système cohérent de notation des objets (d1, d2, d3…) « naturel » en géométrie. Les notations des objets sont importantes pour elle, car, lors d'autres interventions, elle doit prendre connaissance rapidement de la construction effectuée par l'élève, et, comme la figure ne suffit pas en elle-même à cette prise de connaissance, elle consulte l'historique des objets crées. Les interventions sur les noms à donner aux objets peuvent donc s'interpréter comme résultant de la prise de conscience de ce qu'un système de notation cohérent n'est pas spontané pour les élèves, et aussi de ce que système lui est nécessaire pour prendre connaissance de leur construction.

Les tâches nouvelles pour les élèves, telles que les tâches de déplacement et d'observation ne sont pas non plus anticipées par l'enseignante comme critiques. Elles ont donné lieu à une minorité d'interventions et surtout sous forme de questionnement "maïeutique". L'enseignante a souhaité que les élèves effectuent ces tâches en autonomie, selon elle les consignes étaient suffisamment claires. Pour le déplacement par exemple, quand la consigne n'était pas explicite, certains élèves ont eu du mal à effectuer le déplacement attendu. Le résultat théorique du travail a été complètement laissé à la charge des élèves.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Revenons pour conclure sur la question de l'instrumentation de Geoplan par les élèves, c'est à dire l'ensemble des schèmes liés aux mathématiques et à l'environnement lui-même qui en permettent l'utilisation et qui se développent au cours de cette utilisation. Le texte donné aux élèves suppose un niveau d'instrumentation qui permet de passer de consignes données sans référence au logiciel à la création d'objets dans Geoplan. Ce niveau se caractérise par une certaine connaissance des menus de Geoplan et des contraintes d'entrée des données, mais aussi par des capacités « para-mathématiques » telles que l'adoption d'un système cohérent de notation.

L'observation montre que ce niveau n'est pas atteint par les élèves, alors même que l'enseignante pensait qu' « ils n'auraient pas de problèmes ». Il lui faut gérer cette sous-estimation des besoins en instrumentation pour arriver à ce qu'elle considère comme la partie mathématique, alors que la séance est très brève et ne laisse pas la possibilité de reprises. Il nous semble que c'est pour cela qu'elle devient une "assistante technique", guidant individuellement les élèves vers les gestes nécessaires sans développer la réflexion sur leur nécessité. Sa séance montre ainsi une grande maîtrise du temps : l'activité se déroule grosso modo dans la durée prévue. Mais il nous semble aussi que cette assistance se fait au détriment du développement de l'instrumentation des élèves (genèse instrumentale). Il y a ainsi des limites à des usages ponctuels, même maîtrisés par l'enseignant : pour être efficaces, pour faire sens, ils supposent un certain niveau d'instrumentation, mais ne créent pas les conditions dans lesquels cette instrumentation pourrait se développer.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

3. La séance Anne-4-II : « droites remarquables d'un triangle »

3.1. Présentation de la séance et analyse a priori

3.1.1. Spécificités de la classe

Rappelons que Anne enseigne dans le collège C_A dont les élèves viennent d'un milieu assez aisé et possèdent presque tous un ordinateur chez eux. Il s'agit ici, d'une classe de 4e un peu particulière du fait qu'elle a ½ heure par semaine de plus en mathématiques (idem pour le français et l'anglais) que les autres classes de 4e. En effet, c'est une classe dont les élèves ont plus de mal à assimiler et comprendre l'enseignement reçu par rapport aux autres élèves du collège. L'enseignante explique qu'on leur fait le cours comme dans une 4e normale en leur laissant un peu plus de temps. Le nombre d'élève est de 23, c'est une classe à effectif allégé. L'enseignante pense que l'utilisation de l'informatique peut apporter un plus à cette classe, elle la voit comme un "bon départ" pour le cours, car selon elle manipuler un ordinateur est "ludique" pour ses élèves.

Les élèves ont eu une séance d'initiation au logiciel Geoplan (logiciel utilisé dans cette séance) qui remonte à peu près à un trimestre. L'enseignante amène occasionnellement cette classe à la salle informatique pour faire des exercices relatifs aux notions étudiées dans le but de faire du soutien. Les élèves peuvent à leur choix travailler sur un didacticiel (le logiciel « Pour apprendre à démontrer ») ou en papier-crayon.

3.1.2. Organisation pédagogique et matérielle

L'enseignante souhaite que ses élèves disposent la totalité de temps d'une séance d'enseignement afin qu'ils puissent faire le travail demandé. Elle dit qu'elle aurait préféré de dédoubler la classe, mais que la salle est souvent occupée et difficile d'accès. L'équipement informatique de la salle (voir le schéma ci-dessous) ne permet pas l'accès aux ordinateurs à un par poste et le travail prévu sur 50 minutes ne permet pas l'alternance informatique/papier-crayon comme dans la séance avec la classe de 5e. En conséquence les élèves travaillent dans cette séance en binôme.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

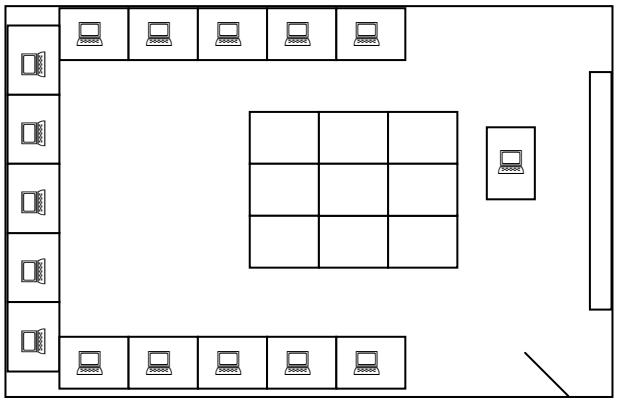


Schéma 10 : l'organisation matérielle de la salle informatique

a) Côté enseignante : un ordinateur avec le logiciel Geoplan relié à un vidéo-projecteur

L'enseignante envisage d'utiliser le chariot multimédia à sa disposition. Cela inclut l'équipement informatique de l'établissement à l'usage des enseignants, soit un chariot sur lequel se trouve un ordinateur portable et un vidéo-projecteur, utilisable également lors des séances d'enseignement dans les salles de classe habituelles. Par ce moyen, elle prévoit de faire le travail en même temps que les élèves pour les guider dans l'usage du logiciel. La séance d'initiation ayant eu lieu trois mois auparavant, les élèves pourraient avoir oublié ce qu'ils y ont appris, comme elle l'indique juste au début de la séance :

> « Je voulais l'utiliser (Geoplan) avec eux, c'est sûr que Geoplan, ils l'avaient pas vu depuis très longtemps. J'ai pas pu avoir accès à la salle informatique. C'est pour ça que je ferai en même temps qu'eux, pour le logiciel. Je ne sais pas s'ils savent encore très bien l'utiliser ».

b) Côté élèves : un ordinateur avec le logiciel Geoplan, une fiche de travail spécifique à ce logiciel

Les élèves vont travailler en binôme pendant la durée d'une séance d'enseignement sur ordinateur avec le logiciel Geoplan. Chacun des élèves va avoir une fiche de travail spécifique au logiciel (cf. § 3.1.3) comportant des tâches relatives au thème « droites remarquables d'un triangle ».

3.1.3. Analyse a priori des tâches proposées aux élèves

Les tâches proposées aux élèves sont disposées sur deux feuilles A4 en 1½ pages (cf. Annexe 5, § 5.3). La fiche de travail s'intitule « Activité Geoplan : droites remarquables dans un triangle » et est structurée en trois parties nommées comme ainsi : « Hauteurs », « Médianes » et « Bissectrices ». Remarquons qu'il n'est pas proposé de travailler sur les « médiatrices » qui sont aussi des "droites remarquables d'un triangle". Les élèves ont en effet travaillé en 5^{e} sur la notion de cercle circonscrit à un triangle qui fait intervenir la concourance des

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

médiatrices d'un triangle. Il s'agit ici de considérer les autres droites remarquables du triangle.

L'enseignante déclare avoir conçu les tâches elle-même. Cependant cette déclaration a été recueillie *bien longtemps* après la séance. Il est possible qu'elle se soit inspirée d'un document existant. Dans le manuel scolaire utilisé dans cette classe (HATIER-Le nouveau Pythagore, 1998) aucune utilisation de la GD n'est proposée. Nous avons de plus examiné le chapitre 10 (Droites remarquables d'un triangle) de ce manuel, et constaté que le travail proposé aux élèves n'est inspiré d'une activité du manuel.

Les trois parties sont organisées selon la même structure : dans un premier temps, les élèves ont à effectuer des constructions géométriques. Ensuite, en fonction des tracés, du déplacement de certains éléments, ils ont à effectuer des constats/conjectures et à les rédiger sur la feuille.

a) Les tâches étape par étape

Dans les trois paragraphes suivants, nous présentons d'abord des extraits pour chaque partie telle qu'elle est présentée sur la fiche de travail[23]. Nous avons inséré une colonne à gauche de l'extrait. Dans cette colonne, nous avons inséré un codage afin de structurer chaque partie en étapes. Les étapes sont définies en référence aux tâches précisées dans les questions de la fiche. Ensuite, pour chaque étape nous avons distingué des sous-étapes (en italique entre parenthèses) correspondant aux actions élémentaires. Nous analysons ces sous-étapes.

Première partie : Hauteurs (H)

H1	Tracer un triangle ABC. Modifier éventuellement les sommets afin d'obtenir des angles aigus.
H2	1) Tracer les 3 hauteurs du triangle. Que remarque-t-on ? ……..…..*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
H3	2) Déplacer les sommets A, B et C. La remarque précédente est-elle toujours valable? …….....*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
H4	Nommer H le point d'intersection des 3 hauteurs. Mesurer les angles du triangle ABC.
H5	1) En déplaçant les sommets A, B et C, peut-on avoir H à l'extérieur du triangle? Si oui, dans quel cas? Que peut-on alors dire de 2 des hauteurs?
H6	…….....*(3 lignes réservées pour la rédaction)* 2) Que se passe-t-il si ABC est un triangle rectangle? ……...…….....*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

[23] à l'exception d'une diminution de la taille des caractères.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Etape H1

(H1.1) Tracer un triangle ABC. *(H1.2)* Modifier éventuellement les sommets afin d'obtenir des angles aigus.

Dans un premier temps, il est demandé de tracer un triangle "quelconque[24]" ABC. Rappelons que, pour l'enseignante la création d'un triangle consiste à créer trois points puis les trois segments qui les joignent, plutôt qu'à employer la primitive 'Polygone'. Dans un second temps, il est demandé de modifier ce triangle (si ce n'est pas déjà le cas) pour que tous ses angles soient aigus (il s'agit alors d'un triangle *acutangle*[25]*),* et ce au jugé puisque la mesure des angles n'est pas demandée. Dans la suite, nous verrons pourquoi l'enseignante demande particulièrement un triangle dont tous les angles soient aigus.

Etape H2

(H2.1) tracer les 3 hauteurs du triangle. *(H2.2)* Que remarque-t-on ? ……*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

Le tracé de trois hauteurs du triangle est demandé. Une hauteur d'un triangle est une droite qui passe par un sommet et est perpendiculaire au côté opposé. Geoplan ne dispose pas dans ses menus d'une primitive 'Hauteur', mais de 'Perpendiculaire'. L'élève doit alors traduire « hauteur = droite perpendiculaire au côté, passant par un sommet ». Pour sélectionner la primitive 'Perpendiculaire' il faut aller dans le menu 'Créer' : 'Ligne' → 'Droite(s)' → 'Perpendiculaire'. L'élève a à saisir dans la boîte de dialogue les éléments à sa disposition pour obtenir les hauteurs demandées.

A la question « que remarque-t-on ? » l'élève doit répondre par une propriété, il doit constater que les trois hauteurs d'un triangle sont concourantes. Voyons maintenant pourquoi l'enseignante demande un triangle acutangle. Supposons que l'élève ait à l'écran initialement un triangle dont un angle soit obtus, dans ce cas il s'agit d'un triangle *obtusangle*[26]. Alors les hauteurs se coupent à l'extérieur du triangle. Cela pourrait entraîner des difficultés liées à la disposition de la figure sur la feuille de travail, le point de concours pouvant alors se situer en dehors de la zone de travail comme ci-dessous, dans la Figure 27. Dans ce cas, il faudrait que

[24] « […] mais quand il n'est rien ajouté à triangle, c'est qu'aucune particularité n'est à signaler ; il arrive cependant que ce soit cette absence de particularité qui soit spécifiée et que le triangle soit dit **quelconque**. Le triangle "quelconque" dont on a le plus l'habitude est celui, qualifié autrefois d'"acutangle", dont les trois angles sont aigus. » (Baruk S. (1992), dictionnaire de mathématiques élémentaires, éditions du SEUIL).

[25] Triangle *acutangle* : triangle dont les trois angles sont aigus. (Bourier A., George M. & Le Lionnais F. (1993), Dictionnaire des mathématiques, Paris : PUF)

[26] Triangle *obtusangle* : triangle dont l'un des angles est obtus. (Bourier A., George M. & Le Lionnais F. (1993), Dictionnaire des mathématiques, Paris : PUF)

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

l'élève prenne l'initiative de modifier le triangle de manière à ce qu'il obtienne la disposition nécessaire à l'observation. Cette modification requiert un geste de déplacement de la souris, du fait qu'il n'existe pas de barre de défilement de la feuille de travail dans Geoplan.

Dans le cas où l'élève aurait réussi à obtenir le point de concours sur la feuille de travail, comme illustré dans la Figure 28, il pourrait être déstabilisé puisqu'il s'agit d'une configuration "non prototypique", où deux hauteurs ne coupent pas le côté correspondant. Les tracés peuvent de plus être difficiles à interpréter (pas de couleurs, ni de noms permettant d'identifier les hauteurs).

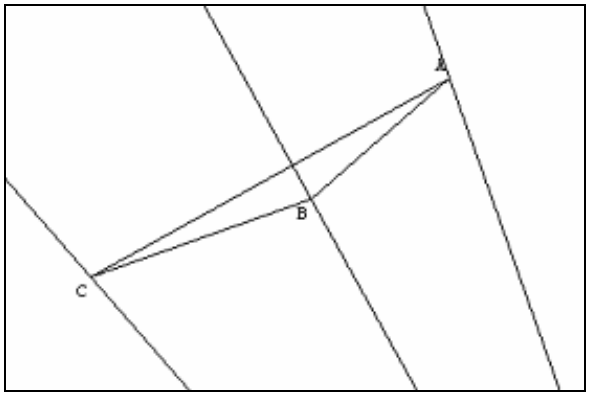


Figure 27

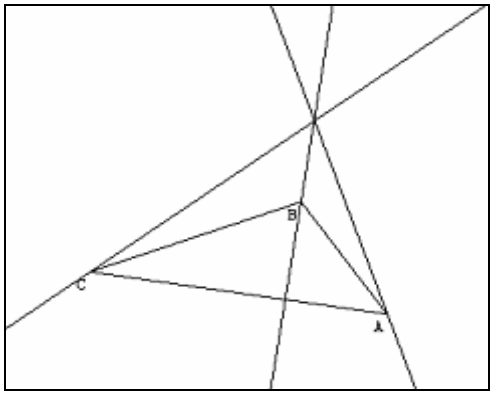


Figure 28

Etape H3

(H3.1) Déplacer les sommets A, B et C. *(H3.2)* La remarque précédente est-elle toujours valable? ……*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

A l'étape H3, il est demandé de déplacer les sommets du triangle et de répondre à la question « La remarque précédente est-elle toujours valable ? ». L'élève peut découvrir par visualisation directe que les hauteurs sont concourantes quelque soit la position des sommets. Il est possible que l'élève découvre également un lien entre la position des sommets et la position du point de concours des hauteurs et donc entre la nature du triangle et la position du point de concours. Puisqu'il n'est pas demandé de mesurer les angles du triangle, l'observation sera au jugé. Il n'est pas certain que l'élève explore tous les triangles particuliers (isocèle, rectangle). Il est possible qu'il s'en tienne à la position du point de concours des hauteurs : à l'intérieur ou à l'extérieur du triangle.

Etape H4

(H4.1) Nommer H le point d'intersection des 3 hauteurs. *(H4.2)* Mesurer les angles du triangle ABC.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Ici, on passe d'un constat par perception directe à un constat par mesure. Il est demandé de nommer le point d'intersection des trois hauteurs et de mesurer les angles du triangle. A la différence des étapes précédentes, l'observation est soutenue par des éléments suivants : le point H et les mesures des angles. Pour nommer le point d'intersection, il faut que l'élève crée ce point à l'aide de la primitive 'Intersection 2 droites' du sous-menu 'Point'. La consigne de « nommer » ne renvoie pas directement à cette primitive, d'où des difficultés possibles.

Ensuite, rappelons qu'il existe deux procédures pour la mesure d'un angle : la première passe par la création d'un calcul géométrique et la seconde permet l'affichage direct de la mesure. Il est possible que l'enseignante ait appris à ses élèves la procédure la moins laborieuse, soit la seconde. Illustrons-la rapidement : l'élève doit aller au sous-menu 'Affichage' et y choisir la primitive 'Affichage d'une mesure d'un angle géométrique'. Le nom du sous-menu sélectionné ('Affichage') ne renvoie en aucun cas à la mesure d'un angle, donc le choix d'une primitive peut ne pas aller de soi pour un élève qui vient d'initier au logiciel.

Dans la boîte de dialogue affichée (Figure 29), l'élève doit modifier le type d'unité d'angle proposé par défaut : radian en degré. On demande d'abord de saisir trois points décrivant l'angle à créer. Ensuite, il faut saisir le nombre de décimales afin de définir le degré d'approximation de la mesure. Un nombre entre 0 et 6 est proposé.

Figure 29

Le choix du nombre de décimales joue un rôle important dans l'observation. L'affichage de la mesure des angles est en effet un moyen d'identifier la nature du triangle pour la mettre en relation avec le changement de position du point de concours des hauteurs. Dans ce cas, plus l'élève augmente le nombre de décimales, plus il aura de difficultés à obtenir une mesure précise par déplacement des sommets. Par exemple, il est moins difficile d'obtenir la mesure 90° avec zéro décimale qu'avec plusieurs.

Etape H5

(H5.1) En déplaçant les sommets A, B et C, peut-on avoir H à l'extérieur du triangle?
(H5.2) Si oui, dans quel cas? *(H5.3)* Que peut-on alors dire de 2 des hauteurs?

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

……*(3 lignes réservées pour la rédaction)*

A la première question, il est demandé de déplacer les sommets du triangle et de façon à ce que le point H se situe à l'extérieur du triangle, ce qui ne doit poser de difficulté car le déplacement de H s'interprète aisément en fonction du déplacement d'un sommet. Ensuite, on attend que l'élève exprime ce qu'il observe à l'écran en tenant compte des variations de la mesure des angles. L'élève doit observer que la propriété indiquée dans l'énoncé (H est à l'extérieur) est vérifiée pour un triangle obtusangle : le point de concours des hauteurs est toujours à l'extérieur du triangle (obtusangle). Ensuite une autre question est posée : « Que peut-on alors dire de 2 des hauteurs ? ». L'élève doit "voir" que deux hauteurs (sur trois) ne coupent pas les côtés correspondants.

Etape H6

(H6) Que se passe-t-il si ABC est un triangle rectangle?
……..…….....*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

La dernière question est « Que se passe-t-il si ABC est un triangle rectangle ? » à laquelle l'élève doit répondre avec la propriété : dans un triangle rectangle (mesure d'un angle égale à 90°) le point de concours se trouve au sommet de ce triangle ayant l'angle droit.

Deuxième partie : Médianes (M)

M1	Tracer un triangle ABC.
M2	1) Construire I, J et K les milieux respectifs de [AB], [AC] et [BC]. Tracer les segments [CI], [BJ] et [AK]. Que remarque-t-on ? ……..…….*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
M3	2) Déplacer les points A, B et C. La remarque précédente est-elle toujours valable? ……..…….*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
M4	Nommer G le point de concours des 3 médianes.
M5	1) G peut-il être à l'extérieur du triangle? ……..….*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
M6	2) Emettre une conjecture sur la position de G en mesurant les longueurs des segments [AG] et [GK], [BG] et [GJ], [CG] et [GI]. Modifier le triangle pour vérifier cette conjecture. ……..…….*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
M7	Modifier le triangle ABC pour qu'il soit rectangle en A.
M8	Vérifier une propriété déjà vue sur la médiane relative à l'hypoténuse (ici [AK]) dans un triangle rectangle. ……..…….*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

Etapes M1 et M2

(M1) Tracer un triangle ABC.
(M2.1) Construire I, J et K les milieux respectifs de [AB], [AC] et [BC].
(M2.2) Tracer les segments [CI], [BJ] et [AK].

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

(M2.3) Que remarque-t-on ?
……..…….*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

L'élève doit commencer par tracer un triangle (quelconque) ABC. A la différence de la partie précédente, cette fois-ci on ne demande pas l'obtention d'une configuration particulière. Car comme nous allons le voir, dans le cas des médianes, l'observation ne varie pas en fonction de la configuration.

Ensuite, on demande de construire les milieux I, J, K respectifs de chaque côté du triangle et de tracer les segments [CI], [BJ] et [AK]. L'élève doit constater que les trois segments tracés sont concourants. Il est possible qu'il remarque aussi que ce point est à l'intérieur du triangle (puisque cet aspect a été abordé dans la partie précédente).

Etape M3

(M3.1) Déplacer les points A, B et C.
(M3.2) La remarque précédente est-elle toujours valable?
……..…….*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

On demande de déplacer les sommets. L'élève doit constater que la ou les remarques qu'il a faite à l'étape précédente reste valable pour tous les triangles.

Etapes M4 et M5

(M4) Nommer G le point de concours des 3 médianes.
(M5) G peut-il être à l'extérieur du triangle?
……..….*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

On demande de nommer G le point de concours des trois médianes. Là encore, il faut que l'élève sache qu'il faut créer le point d'intersection de deux médianes afin de le nommer. L'élève est également censé savoir par lui-même que les segments qu'il vient de tracer correspondent aux médianes du triangle ABC puisque l'énoncé emploie ce vocabulaire. Une question est posée : « G peut-il être à l'extérieur du triangle ? ». On ne demande pas explicitement de déplacer les sommets du triangle servant à l'observation des propriétés. L'élève doit prendre l'initiative de déplacer les sommets pour constater que le point de concours des médianes d'un triangle reste toujours à l'intérieur du triangle s'il ne l'a pas fait à l'étape précédente.

Etape M6

(M6.2) Emettre une conjecture sur la position de G *(M6.1)* en mesurant les longueurs des segments [AG] et [GK], [BG] et [GJ], [CG] et [GI]. *(M6.3)* Modifier le triangle pour vérifier cette conjecture.
……..…….*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

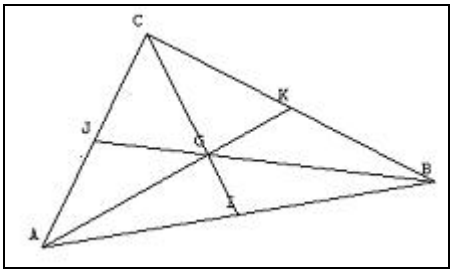


Figure 30

Il est demandé d'abord d'émettre une conjecture sur la position du point G en mesurant les segments [AG] et [GK], [BG] et [GJ], [CG] et [GI]. Il est ensuite attendu que l'élève modifie le triangle et observe les variations de mesures. L'élève doit alors observer la propriété suivante : la distance de G à un sommet est le double de la distance de G au milieu du segment opposé. Nous supposons qu'il va répondre en utilisant une formule par exemple AG = 2 GK plutôt que de rédiger une phrase.

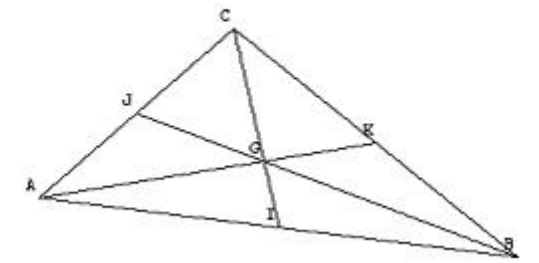
La consigne de l'étape M6 nécessite une lecture attentive puisque l'ordre de présentation des sous- étapes ne correspond pas à l'ordre de la réalisation attendue. Nous avons d'ailleurs numéroté les sous-étapes selon l'ordre de la réalisation attendue.

« *(M6.2)* Emettre une conjecture sur la position de G *(M6.1)* en mesurant les longueurs des segments [AG] et [GK], [BG] et [GJ], [CG] et [GI] ». Il faut que l'élève effectue d'abord les mesures pour pouvoir faire la conjecture à partir de leur observation, d'où la M6.2 avant la M6.1 dans notre découpage.

Précisons que sur la fiche de travail, il existe une erreur d'écriture qui peut empêcher de faire la bonne conjecture si l'élève ou l'enseignante ne s'en rend pas compte au cours du travail. Il s'agit en effet du deuxième couple de segments « [BG] et [GJ] » qui est écrit comme « [BG] et [GK] ».

Pour mesurer la longueur d'un segment l'élève a deux procédures comme pour la création de la mesure d'angle : la création d'un calcul géométrique et l'affichage direct de la mesure. Nous supposons ici aussi que les élèves sont préparés à utiliser la *2e procédure* qui est plus pratique. Pour ceci, l'élève doit sélectionner la primitive 'Longueur d'un segment' du sous-menu 'Affichage'. Le sous-menu dans lequel se trouve la primitive ne renvoie donc pas explicitement à la mesure d'une longueur. L'élève doit saisir dans la boîte de dialogue seulement le « nom du segment » et le « nombre de décimales (0 à 6) ». Il est impératif de saisir un nombre au moins égal à 1 dans le champs « Nombre de décimales (0 à 6) » de la boîte de dialogue pour que l'observation prenne sens. Explicitons ce dernier : dans l'illustration ci-dessous (Figure 31), le nombre de décimales des mesures est choisi zéro. Ceci empêche effectivement d'émettre la conjecture attendue par l'enseignante, car on ne voit pas la proportion réelle dans chaque couple de longueurs affichées.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007



La conjecture attendue :

$$\frac{AG}{GK} = \frac{BG}{GJ} = \frac{CG}{GI} = 2$$

Les valeurs avec 3 et 0 décimales :

AG = 2.44 ≅ 2 BG = 2.8 ≅ 3 CG = 1.136 ≅ 1

GK= 1.22 ≅ 1 GJ = 1.405 ≅ 1 GI = 0.568 ≅ 1

Résultat erroné avec 0 décimales :

$$\Rightarrow \frac{2}{1} \neq \frac{3}{1} \neq \frac{1}{1} \neq 2$$

Figure 31 : exemple d'un résultat erroné causé par le choix inadéquat du nombre de décimales

Notons également qu'il est commode d'afficher les longueurs des segments dans l'ordre proposé dans la fiche de travail. Geoplan affiche cependant les mesures dans une disposition qui n'est pas nécessairement conforme à l'ordre de leur création. Dans ce cas, il est tout de même possible de faire une mise en ordre des données par déplacement des affichages.

Etapes M7 et M8

(M7) Modifier le triangle ABC pour qu'il soit rectangle en A.
(M8) Vérifier une propriété déjà vue sur la médiane relative à l'hypoténuse (ici [AK]) dans un triangle rectangle.
……..……*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

Dans un dernier temps, on demande d'abord de modifier le triangle ABC de façon à ce qu'il soit rectangle en A. L'élève peut facilement obtenir un angle droit en ajustant les côtés du triangle par déplacement. Ensuite, il est demandé de vérifier une propriété déjà vue sur la médiane relative à l'hypoténuse (ici [AK]) dans un triangle rectangle. L'élève est donc supposé avoir vu la propriété suivante : dans un triangle rectangle la médiane issue de l'angle droit mesure la moitié de l'hypoténuse. Il nous semble que, cette observation est relativement difficile à faire si l'élève n'affiche pas à l'écran les mesures de la longueur de l'hypoténuse [BC] et de la médiane [AK]. En plus, s'agissant d'une vérification à l'œil, puisqu'on ne demande que de mettre le triangle ABC dans une position rectangle en A, l'élève doit faire attention à ce que ce triangle "reste" rectangle pendant le déplacement.

Troisième partie : Bissectrices (B)

B1	• Tracer un triangle ABC.
B2	1) Tracer les 3 bissectrices du triangle. Que remarque-t-on ? ……..……*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
B3	2) Déplacer les points A, B et C. La remarque précédente est-elle toujours valable?

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	……...…….*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
B4	• Nommer I le point de concours des 3 bissectrices. Tracer: La perpendiculaire passant par I à (BC), elle coupe (BC) en D ; La perpendiculaire passant par I à (AC), elle coupe (AC) en E ; La perpendiculaire passant par I à (AB), elle coupe (AB) en F.
B5	1) Mesurer les longueurs des segments [ID], [IE] et [IF]. Que remarque-t-on ? Que peut-on en déduire? ……...…….*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
B6	2) Tracer le cercle défini au 1). Que peut-on dire des côtés du triangle pour ce cercle? ……...…….*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

Etapes B1 et B2

(B1) Tracer un triangle ABC.
(B2.1) Tracer les 3 bissectrices du triangle.
(B2.2) Que remarque-t-on ?
……...……*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

Pour cette dernière partie, le tracé d'un triangle quelconque est à nouveau demandé. Ensuite on demande de tracer les trois bissectrices de ce triangle. L'élève doit constater que les trois bissectrices concourent en un point. Il est possible qu'ils remarquent aussi que ce point est à l'intérieur du triangle. Quant au tracé des bissectrices, il nous semble que l'élève peut le faire sans trop de difficulté, car il existe une primitive 'Bissectrice' dans un sous sous-menu de Geoplan.

Etape B3

(B3.1) Déplacer les points A, B et C.
(B3.2) La remarque précédente est-elle toujours valable?
……...……*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

Il est demandé de déplacer les sommets du triangle. L'élève doit répondre à la question « la remarque précédente est toujours valable ? ». Il est ainsi amené à généraliser le constat précédent à tous les triangles : les bissectrices sont toujours concourantes, et éventuellement qu'ils remarquent aussi que le point de concours reste toujours à l'intérieur du triangle.

Etape B4

(B4.1) Nommer I le point de concours des 3 bissectrices.
(B4.2) Tracer :
La perpendiculaire passant par I à (BC), elle coupe (BC) en D ;
La perpendiculaire passant par I à (AC), elle coupe (AC) en E ;
La perpendiculaire passant par I à (AB), elle coupe (AB) en F.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

On demande de nommer I le point de concours des trois bissectrices. Ensuite, les tracés de trois perpendiculaires sont demandés, ce qui donnerait une configuration comme dans la Figure 32.

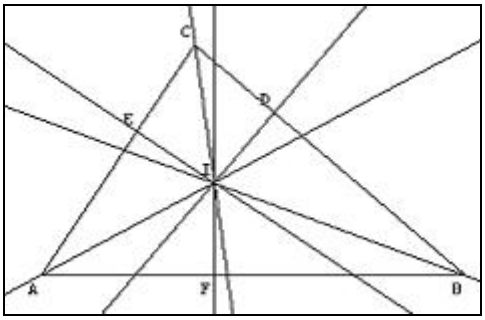


Figure 32

La réalisation de cette figure exige un nombre important de saisie de données dans les boîtes de dialogue de Geoplan qui demande une attention particulière à l'élève : d'abord, il faut définir I comme point d'intersection de deux bissectrices. Prenons ensuite la première consigne : « La perpendiculaire passant par I à (BC), elle coupe (BC) en D ». Il existe une primitive 'Perpendiculaire' dans les menus de Geoplan. Une fois que la perpendiculaire p1 est tracée il faut créer le point d'intersection D avec la droite (BC). Ceci est implicite dans l'énoncé, donc c'est à l'initiative de l'élève de sélectionner la primitive convenable.

Etape B5

(B5.1) Mesurer les longueurs des segments [ID], [IE] et [IF].
(B5.2) Que remarque-t-on ? *(B5.3)* Que peut-on en déduire?
……..……*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

La mesure des longueurs des segments [ID], [IE], [IF] est demandée. Par le déplacement des sommets du triangle, l'élève peut assez facilement remarquer que les mesures affichées à l'écran sont égales dans tous les triangles. Ici aussi, le choix du nombre de chiffres pour la partie décimale est critique. Avec des mesures entières, l'égalité s'observe, mais elle n'est pas très parlante puisque les mesures « bougent » peu quand on déplace les sommets.

A partir de cette observation, il est attendu de l'élève qu'il associe à l'égalité ID = IE = IF l'existence d'un cercle de centre I, passant par D, E et F. Il ne s'agit plus d'une simple observation : l'élève doit faire intervenir un objet (le cercle) associé à une égalité de distance.

Etape B6

(B6.1) Tracer le cercle défini au 1) (←B5). *(B6.2)* Que peut-on dire des côtés du triangle pour ce cercle?
……..……*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

A la dernière étape, on demande de tracer un cercle que l'élève a pu trouver à la question précédente. Il est donc possible que cette question n'ait pas de sens si l'élève n'a pas su associer un cercle à l'égalité de distance.

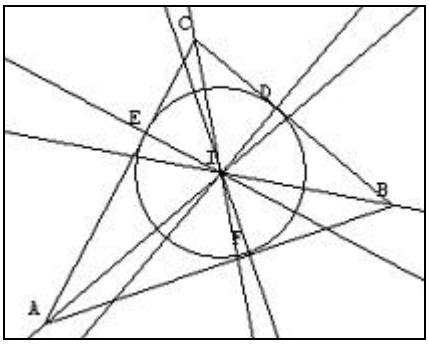


Figure 33

En dernier lieu, à la question « Que peut-on dire des côtés du triangle pour ce cercle ? » l'élève doit constater perceptivement que les côtés [AB], [BC] et [AC] sont respectivement tangents en F, D et E au cercle.

b) Les types de tâches

Les trois parties présentent des structures semblables et intègrent les mêmes types de tâches. Les tâches sont contextualisées à un seul triangle ABC construit et manipulé dans l'environnement GD. La GD permet d'obtenir des énoncés généraux, mais, à la différence de la séance en cinquième, il n'existe pas de phase de décontextualisation où ces énoncés généraux seraient utilisés[27]. Les types de tâches sont les mêmes que ceux identifiés dans le travail proposé aux élèves de 5e (cf. p. 144) à l'exception du type de tâches « théorisation des résultats » qui caractérise les phases de décontextualisation. Nous trouvons donc : création des objets (15 tâches), déplacement des points (7 tâches), observation/rédaction des propriétés (15 tâches).

- **C**réation des objets (C) : les objets dont la création est demandée dans la fiche de travail sont nombreux, nous les citons sans rappeler leur nombre ni leur contexte : triangle, segment, hauteur, perpendiculaire, bissectrice, milieu, nom des points d'intersection (de concours) des droites, mesure des angles, mesure des longueurs des segments. Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif des tâches de création demandées à l'élève. Certaines tâches demandent une transformation des consignes du vocabulaire géométrique vers les primitives Geoplan: la primitive à utiliser n'est pas lisible dans la consigne et donc l'élève doit le trouver. Elles sont soulignées dans la colonne « Etape » (toutes, sauf M2.1, M2.2, B2.1, B6.1, soit 6 consignes sur 10)[28].

[27] Dans la séance en 5e, il était par exemple demandé d'utiliser les propriétés trouvées pour rédiger un programme de construction.

[28] Au total nous avions identifié 15 tâches de création, puisque la création d'un triangle est demandée 3 fois, d'un point d'intersection aussi 3 fois et de la mesure des longueurs des segments 2 fois, nous avons compté 3 tâches différentes pour ces derniers, d'où le repérage de **10** différentes tâches de création.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Partie	Etape	Tâche demandée → Tâche de l'élève	Primitives à sélectionner à partir du menu 'Créer'
H	H1.1	Tracer un **triangle** ABC → créer 3 **points libres dans le plan**, 3 **segments**	- Point → Point libre → dans le plan - Ligne → Segments
	H2.1	Tracer les 3 **hauteurs** → créer 3 **perpendiculaires**	Ligne → Droite(s) → Perpendiculaire
	H4.1	**Nommer H le point d'intersection** des 3 hauteurs → créer le **point d'intersection** des hauteurs	Point → Intersection 2 droites
	H4.2[29]	**Mesurer les angles** du triangle → créer **l'affichage d'une mesure d'un angle géométrique**	Affichage → Mesure d'un angle géométrique
M	M1	Idem H1.1	Idem H1.1
	M2.1	Construire les **milieux** I, J, K respectifs des côtés [AB], [AC], [BC] → créer les **milieux**	Point → Milieu
	M2.2	Tracer les **segments** [CI], [BJ], [AK] → créer 3 **segments**	Ligne → Segments
	M4	**Nommer G le point de concours** des 3 médianes → créer **le point d'intersection** des médianes	Point → Intersection 2 droites
	M6.1[30]	**Mesurer les longueurs** des segments → créer **l'affichage de la longueur d'un segment**	Affichage → Longueur d'un segment
B	B1	Idem H1.1	Idem H1.1
	B2.1	Tracer les 3 **bissectrices** du triangle → créer 3 **bissectrices**	Ligne → Droite(s) → Bissectrice
	B4.1	**Nommer I le point de concours** des 3 bissectrices → créer **le point d'intersection** des bissectrices	Point → Intersection 2 droites
	B4.2	Tracer la **perpendiculaire** passant par I à (BC), elle coupe (BC) en D (3 fois le même type de tâche) → créer la **perpendiculaire** passant par I à (BC), créer le **point d'intersection** D avec (BC)	- Ligne → Droite(s) → Perpendiculaire - Point → Intersection 2 droites
	B5.1	**Mesurer les longueurs** des segments [ID], [IE], [IF] → idem M6.1	idem M6.1
	B6.1	Tracer le **cercle** défini au 1) → créer un **cercle inscrit**	Ligne → Cercle → inscrit

Tableau 11 : les tâches de création dans l'énoncé et leur réalisation dans Geoplan

- **D**éplacement des points (D) : dans les trois parties de la fiche du travail il est demandé à l'élève de déplacer les sommets du triangle ABC. Les tâches de déplacement sont en général explicites sauf dans quelques cas, comme par exemple à l'étape M5 : « G peut-il être à l'extérieur du triangle ? ». Le déplacement des sommets du triangle sert à observer les propriétés invariantes de la figure dans différentes configurations, mais aussi à obtenir une figure (ou une configuration) particulière, comme par exemple un triangle acutangle (H1.2) ou rectangle (M7).

[29] Nous avons privilégié la *2e procédure*. En ce qui concerne la *1e procédure* : **Mesurer les angles** du triangle → créer le **calcul géométrique de l'angle géométrique** et créer l'**affichage de scalaire déjà défini :** Numérique → Calcul géométrique → Angle géométrique et Affichage → Scalaire déjà défini.

[30] Nous avons privilégié la *2e procédure*. En ce qui concerne la *1e procédure* : **Mesurer les longueurs** des segments → créer le **calcul géométrique de la longueur d'un segment** et créer l'**affichage de scalaire déjà défini :** Numérique → Calcul géométrique → Longueur d'un segment et Affichage → Scalaire déjà défini.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

- **O**bservation/**R**édaction (O/R) : en général, les tâches de création et de déplacement sont suivies par des tâches d'observation/rédaction. Nous avons repéré deux niveaux d'observation : un « premier niveau » est quand la constatation est fermée. Une propriété "saute aux yeux", il reste à la rédiger. Il s'agit alors souvent d'un constat perceptif, particulièrement quand il est précédé par une tâche de création. L'observation est soutenue dans certains cas par des mesures qui varient en fonction du déplacement. Le « deuxième niveau » d'observation intervient quand il y a un objet nouveau à introduire, ou quand il faut modifier la configuration (H5.3, M6, M8, B5.3, B6.2). Par exemple, dans la partie « Médianes », à l'étape M6 l'élève doit faire une conjecture en observant la relation entre les mesures des longueurs de trois couples de segments qui varient en fonction du déplacement des sommets du triangle ABC. A l'étape M8, on demande à l'élève de vérifier une propriété. L'élève doit alors mettre en œuvre les moyens adéquats à cette vérification, il est amené à mettre en place une démarche de conjecture en effectuant des mesures et observant la relation qu'elles entretiennent pendant le déplacement des sommets du triangle.

3.1.4. Synthèse de l'analyse a priori

Pour cette analyse a priori nous nous sommes appuyés sur des éléments recueillis auprès de l'enseignante pendant et après la séance, les circonstances ayant rendu impossible un entretien préalable.

Il s'agit ici d'introduire un nouveau thème mathématique. L'enseignante choisit pour cela d'utiliser un logiciel auquel les élèves ont été initiés plusieurs mois auparavant. Elle considère que cet usage a un aspect « ludique » pour ses élèves et peut ainsi les motiver pour un travail plus autonome. Elle est consciente de ce que les élèves n'ont pas utilisé le logiciel Geoplan depuis longtemps (un trimestre) et qu'ils peuvent avoir oublié « comment faire ». Pour y remédier, elle prévoit de guider les élèves à l'aide d'un vidéo-projecteur.

L'analyse des tâches montre une volonté de l'enseignante de tirer parti de potentialités du déplacement : recherche de propriétés géométriques invariantes, conjecture de propriétés des longueurs. Il existe aussi un grand nombre de tâches de création qui exploitent les potentialités de rapidité d'exécution des tracés.

L'enseignante prévoit un travail en binôme guidé à l'aide d'un vidéo-projecteur de façon à faire progresser la séance en dépit des contraintes du logiciel. Néanmoins, les élèves peuvent rencontrer des difficultés analogues à celles explicitées dans l'analyse de la séance observée avec la même enseignante dans une classe de 5^{e} et d'autres plus spécifiques aux tâches proposées (cf. § 2). Six tâches de création (sur 10) nécessitent une transformation des

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

consignes du vocabulaire géométrique vers les primitives Geoplan. Dans ces tâches, le choix d'une primitive du logiciel peut être difficile. Le choix d'une notation (dénomination et casse) des objets est laissé à l'élève. Il peut être problématique, notamment quand il s'agit de nommer les objets de même nature, par exemple pour la création des 3 hauteurs, 3 bissectrices et 3 perpendiculaires. Quant aux tâches d'observation/rédaction, des difficultés de compréhension de consignes et lexicales sont susceptibles de survenir du fait qu'il s'agit d'une classe hétérogène. D'une façon générale, des difficultés liées à la manipulation des objets créés (effacer, déplacer un objet, mettre une figure trop grande à l'échelle de la zone de travail) peuvent se présenter.

Le nombre de décimales joue un rôle important dans l'observation et la conjecture des propriétés de mesure. L'utilisateur doit le préciser lors de la création des mesures. Dans l'énoncé le nombre de décimales pour les mesures n'est pas indiqué, c'est donc à l'élève de le choisir parmi les 7 valeurs proposées par Geoplan (0-6). Un deuxième point important est l'ordre dans lequel les mesures sont affichées à l'écran. Car Geoplan ne tient pas compte de l'ordre chronologique de la création pour affecter une position aux mesures à l'interface.

L'expression d'une conjecture est attendue à partir d'un ensemble de mesure de longueurs. L'énoncé contient une erreur de frappe concernant le nom d'un segment faisant partie de cet ensemble. Une intervention collective peut être envisagée par l'enseignante auprès des élèves pour corriger cette erreur.

Certaines figures dont la création est demandée peuvent avoir une configuration déroutante pour l'élève (selon la position des sommets). S'ajoute à cette complexité, l'absence des noms de certains objets de la figure. Cela peut être un obstacle à percevoir "facilement" les propriétés de la figure.

Nous nous attendons à un guidage fort des élèves par l'enseignante pour prévenir ou remédier aux difficultés potentielles que nous venons de mentionner. Si nous prenons en compte la prise de contact légère et ancienne des élèves avec le logiciel et le caractère "non presse-bouton" des consignes, nous pensons que l'enseignante sous-estime l'impact des contraintes Geoplan sur la séance, et que l'activité n'aura pas nécessairement pour l'élève le caractère « ludique » que l'enseignante prévoit.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

3.2. Observation de la séance effective

3.2.1. Installation et consignes

Les élèves sont placés en binôme devant les ordinateurs dans la salle informatique. L'enseignante distribue les fiches de travail à chacun des élèves et les invite à écrire dessus leurs nom et classe. Elle leur demande de bien remplir la feuille (après chaque question posée il existe en général deux lignes réservées pour la rédaction des réponses).

Ensuite, l'enseignante donne des consignes sur le déroulement prévu de la séance en indiquant qu'elle réalisera les figures demandées sur la fiche avec eux (grâce au vidéo-projecteur), et qu'elle sera auprès d'eux en cas de demande. Elle les informe également qu'elle ne fournira pas de réponses aux questions sur la feuille. Elle avertit les élèves de la nécessité de travailler en silence et rapidement pour pouvoir finir le travail à temps :

> « […] Et je vais faire un petit peu l'activité, fin, les figures, - je ne répondrai pas à ce qui est posé -, je ferai les figures et je me déplacerai quand vous levez la main, vous êtes censé travailler en silence, même si vous êtes par deux, d'accord ? […] Donc, vous commencez à faire votre figure, si vous avez des difficultés, vous m'appelez ! Oui, vous commencez, vous avez l'heure et vous n'avez pas trop de temps à perdre ».

Juste après le commencement du travail, l'enseignante fait une autre annonce collective. Certains élèves mettent en effet des couleurs bien que cela ne soit pas demandé dans leur fiche de travail. L'enseignante rappelle à ce propos qu'il ne faut pas perdre du temps avec le coloriage et que le temps est pressé :

> « Je vous fais remarquer que votre feuille, elle est recto verso, donc ne perdez pas de temps à mettre de couleurs dès le départ, d'accord ? ».

3.2.2. Travail des élèves et interventions de l'enseignante

a) Interventions relatives aux tâches de création

Nous avons structuré ce paragraphe selon le type d'objet dont la création est demandée : lignes, points et mesures.

Création des lignes : triangle, hauteurs, segments (médianes), bissectrices, cercle

Création du triangle ABC

La création du triangle ne fait que deux fois l'objet d'intervention : dans le D2, l'enseignante valide la procédure de l'élève au niveau de saisie de données pour la création du segment : « Oui c'est ça, après espace, tu continues pour les autres segments ». Elle indique à l'élève de mettre un espace entre les données, ce qui n'est pas en effet "nécessaire" du point de vue de

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

contraintes logicielles. Ensuite, dans le dialogue (D3) suivant, les élèves tracent des droites pour construire le triangle ABC. L'enseignante intervient avant que les élèves prennent conscience de l'erreur. Elle leur demande de fermer la fenêtre et rouvrir une nouvelle figure (fichier) afin de recommencer la création. L'élève attend l'assistance de l'enseignante en lui demandant la confirmation de ses gestes relatifs au choix de primitives, l'enseignante le pilote à cette fin.

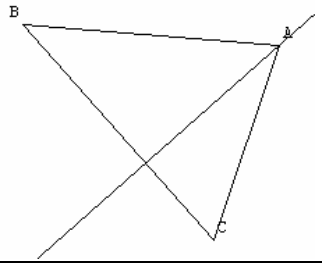
Création des hauteurs

Dans les premières minutes du travail, l'enseignante intervient en faisant un appel collectif (après D4) au sujet de la création des hauteurs. Remarquons qu'il n'y a pas encore eu de sollicitation d'élève à ce propos, mais il se peut que l'enseignante ait constaté chez certains élèves des difficultés relatives à la création des hauteurs. Rappelons que Geoplan ne dispose pas de primitive nommée comme « Hauteur » dans ses menus, la primitive correspondante est la « Perpendiculaire », l'élève peut avoir alors des difficultés relatives au choix de primitive. Il est donc possible que l'enseignante veuille éviter cet obstacle avant qu'il se présente. Elle donne la parole à un élève qui explique la création de la hauteur du triangle ABC, puis reprend la parole pour montrer le choix de primitive dans les menus via le vidéo-projecteur. Elle trace le triangle ABC, la hauteur h_a et laisse la figure affichée au tableau pour qu'elle serve de référence aux élèves :

Anne : En silence ! *(L'enseignante trace un triangle ABC sur son ordinateur portable, le dessin est projeté au tableau grâce au vidéo- projecteur.)* Alors, comment est-ce que vous avez fait pour tracer les hauteurs ? Vous levez la main ! On vous demande de tracer trois hauteurs, comment faites-vous pour tracer vos trois hauteurs ? Tony !

Tony : Une perpendiculaire à [AC] passant par B.

Anne : Voilà, il faut tracer des droites perpendiculaires passant par les sommets. Allez au travail ! *(Elle trace sur son écran la hauteur h_a.)* 'Créer', 'Ligne', 'Droite' 'Perpendiculaire' ! Regardez au tableau, vous regardez ce qui est projeté, pour ceux qui ont du mal. C'est là-bas qu'il faut regarder ! D'accord ? Tout le monde a compris ? Je le laisse au tableau. *(Dessin projeté) :*



Remarquons que la figure projetée au tableau est laissée à la disposition des élèves. La hauteur est ainsi représentée comme une droite, à la différence d'une figure prototypique où elle serait un segment, ce qui peut guider les élèves pour l'entrée de menu : 'Ligne' →

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

'Droite(s) → 'Perpendiculaire'. Notons que l'angle droit n'est pas repéré, cependant, il peut s'apprécier visuellement.

Dans le D5 un élève appelle l'enseignante à l'assistance pour la saisie de données concernant la création de l'une des hauteurs: « Nous en fait, on a fait « Droite passant par… », c'est bon ? ». L'enseignante valide la saisie et conseille à l'élève d'utiliser la fonction 'bis' pour ne pas perdre de temps.

L'enseignante donne aussi des indications de notation : « Ben, moi, j'ai mis h pour hauteur, maintenant si tu mets un autre nom, tu peux mettre un autre nom si tu veux, mais il faut pas que tu l'oublies, d'accord ? ». La dernière remarque (« ne pas oublier le nom assigné à la hauteur») anticipe une prochaine étape (H4.1) où les autres hauteurs devront être tracées. On peut se demander si elle est efficace pour un élève qui n'a pas connaissance des étapes suivantes et des contraintes liées aux noms dans le logiciel.

Un élève (D6) pose une question sur le choix de primitive pour la création des hauteurs. L'enseignante lui reproche de ne pas avoir suivi la démonstration avec le vidéo-projecteur. L'élève répond qu'il n'a pas vu les "trucs", il est possible qu'il ait en effet "raté" le déroulement des menus. L'enseignante explicite alors le tracé en rappelant ce qu'est une hauteur : « Perpendiculaire, perpendiculaire. Une hauteur est une perpendiculaire qui passe par un sommet et qui est perpendiculaire au côté opposé ».

Anticipant les tâches d'observation relatives aux hauteurs, elle donne la consigne de les mettre en couleurs. Les élèves ne semblent pas en voir la raison, ils posent la question « pourquoi ? ». L'enseignante répond simplement « Pour que ça ressorte ! ». Les élèves l'ignorent, mais l'enseignante continue à insister « Oui mais mets des couleurs, mets les en couleur. ». Les élèves finissent par colorier. Cette consigne n'est pas indiquée dans la fiche, il se peut que les élèves aient du mal à sortir du cadre de la fiche, et à comprendre l'enjeu de ce "coloriage". Par ailleurs, pour une raison que l'on ignore (inaudible dans l'enregistrement) le nom donné par un élève à la hauteur est refusé par le logiciel. Nous supposons que les élèves tentent un nom avec deux caractères alphabétiques de suite, par exemple *ha* pour la hauteur ayant le côté [BC] comme base (côté opposé au sommet A). Geoplan n'accepte pas plusieurs caractères alphabétiques pour la notation des droites. L'enseignante dit simplement aux élèves qu'elle appelle les hauteurs pour cette raison h1, h2, h3… : « Qu'est-ce qui se passe ? Des *(inaudible)* ne conviennent pas. C'est pour ça que moi je les appelle toujours h1, h2, h3 etc. avec des numéros. Il faut tout compléter encore, dépêchez-vous ! ».

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Dans les D7 et D8, les élèves essayent de répondre à la question H2.2 : « Que remarque-t-on ? » avant que la tâche précédente H2.1 : « tracer les 3 hauteurs du triangle » soit accomplie. L'enseignante indique alors qu'il faut tracer les trois hauteurs avant de passer à la question suivante et propose également d'utiliser la fonction 'bis'. Elle voit la sélection consécutive d'une même primitive via le déroulement des menus comme une répétition inutile : « Tu fais 'bis', ne recommence pas trois fois la même chose, tu fais 'bis' » (D8).

Création des segments (médianes)

L'enseignante intervient une seule fois (D43) au sujet de la création des médianes (segments). Un élève sollicite l'enseignante : une erreur de saisie de données a entraîné une configuration erronée de la figure. Il n'a donc pas compris l'observation des propriétés que l'on attend de lui. L'enseignante identifie tout de suite l'erreur et demande au binôme de recommencer la création.

Création des bissectrices

Concernant la création des bissectrices l'enseignante intervient une fois (D71) pour proposer de mettre des couleurs : « Mettez des couleurs, mettez des couleurs. Là je vous conseille de mettre des couleurs, sinon vous allez pas vous en sortir. Ici, par exemple, vous mettez des couleurs pour les trois bissectrices ». Elle apporte cette aide afin que les élèves ne confondent pas les droites, car dans la suite du travail on demande de tracer trois perpendiculaires et trois segments sur la même figure. Le marquage des droites par des couleurs différentes facilite la visualisation des propriétés, d'où la remarque de l'enseignante : « Là je vous conseille de mettre des couleurs, sinon vous allez pas vous en sortir ».

Création du cercle inscrit au triangle ABC

Dans le D64 un élève pose une question sur la notation du cercle pour la saisie de données. L'enseignante lui répond « "Petit c" on appelle le cercle en général, fais comme tu veux hein ». Remarquons qu'elle ne se montre pas exigeante pour la notation à prendre. Cela est certainement parce que la création du cercle intervient en dernière étape du travail et qu'il n'existe pas dans la suite une tâche de création pour laquelle la notation servirait.

Dans le D69 l'enseignante intervient suite à une erreur dans la création du cercle : le cercle créé n'est pas celui à ce que les élèves attendaient. Ils ont constaté à l'étape précédente l'existence d'un cercle de centre I et de rayons [ID], [IE] et [IF], puisque les mesures de longueurs de ces trois segments sont affichées avec la même valeur. Ils ont alors choisi la primitive 'Cercle défini par centre et rayon' et ont saisie dans la boîte de dialogue, « I » pour

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

le centre ; « ID, IE, IF » pour le rayon. Cela donne un cercle de centre I et de rayon ID*IE*IF (le produit des trois longueurs), ce qui n'est par conséquent pas le cercle inscrit au triangle (sauf dans le cas où les rayons mesurent « 1 »). L'enseignante guide les élèves pas à pas pour recommencer la création du cercle:

Dialogue 69

Anne : Alors réfléchissez, vous avez le temps maintenant, vous allez finir le reste.
E : Mais non, mais non, mais non. Madame j'ai pas compris
Anne : Alors, au moins, on va effacer ce cercle, on va effacer ce cercle d'accord ? *(Les élèves le suppriment)* Une fois que vous avez écrit ça
E : ça veut dire que, I est le centre du cercle ?
Anne : Oui, de rayon quoi ?
E : [ID], [IE], [IF]
Anne : Et ben voilà !
E : C'est pas ce qu'on a mis ?
Anne : Je vous regarde, I et le rayon
E : On met tout ?
Anne : Non, un seul. C'est pas la même chose, n'est-ce pas ?
E : On avait fait ça quand-même.
Anne : Et ben, il faut croire que non, bien.

Ici, l'enseignante donne la procédure correcte de création du cercle, mais elle n'a pas connaissance de l'erreur d'entrée des élèves. Pour les élèves, il y a bien trois rayons différents, même si leurs longueurs sont égales. Ils ont aussi connaissance de ce que Geoplan peut accepter des entrées multiples dans les boîtes de dialogue. Leur procédure est donc « logique » et ils ne comprennent pas en quoi celle de l'enseignante diffère.

Dans un autre cas de création erronée du cercle (D78), l'enseignante renvoie aussi les élèves aux consignes : « Vous êtes sûrs que vous avez suivi les consignes ? ». Pour elle, une erreur de création vient d'une non-observation des consignes.

Création des points : points d'intersection et milieux

Création des points d'intersection H, G, I, D, E et F

Dans le D9, un binôme sollicite l'enseignante pour la création du point d'intersection H des hauteurs. L'enseignante ne cherche pas à connaître le motif de l'appel et en observant l'écran du binôme, elle comprend qu'il a besoin d'une aide technique pour redimensionner la figure (probablement figure trop grande). Elle explique alors aux élèves comment il faut s'y prendre en déplaçant un point libre, sans prêter attention à leur préoccupation réelle, jusqu'à ce que l'un des élèves s'exprime de façon plus claire :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Dialogue 9 - extrait I

Anne : Si ta figure elle est très loin, regarde ce que tu fais, tu cliques sur l'autre côté, regarde la souris, côté droit, tu te mets dessus, tu descends la figure.

E : Ah ouais…

Anne : D'accord ? Elle est un peu trop loin, trop grande ta figure, elle sort de l'écran, ramène-la un petit peu ! Ramène le point A déjà pour commencer

E : Ben oui mais …

Anne : Ben oui mais dans ce cas, si tu n'arrives pas à le prendre ton point, tu cliques de ton droit, tu descends ta figure et tu vas sur le point pour le ramener. Tu déplaces ta figure comme ça, d'accord ? Bon, il faut annuler ça d'abord, là tu la ramène, après tu ramène ta figure en haut, tu re-cliques sur deux points.

E : Mais nous on essaie de mettre le point H ici, mais comment il faut faire ?

Suite à cette dernière question, l'enseignante fait référence au texte de l'énoncé pour indiquer la primitive correspondante. L'élève connaît visiblement la position du point d'intersection sur la figure, pour lui il existe déjà et puisque la tâche "prescrite" consiste à nommer ce point, il n'a pas conscience qu'il faut créer le point d'intersection via les menus. L'enseignante le guide dans le choix de primitive et dans la saisie de données :

Dialogue 9 – extrait II

Anne : H c'est quoi ? Qu'est-ce que j'ai écrit ?

E : C'est le …

Anne : Intersection ! Et ben alors, vous allez dans

E : oui, ben il est là

Anne : Oui, et ben il faut le créer ! 'Point' 'Intersection 2 droites', comment est-ce que tu as appelé tes hauteurs, tu reprends deux sur trois, d'accord ?

La difficulté d'un autre binôme (D13) est de même ordre, les élèves demandent comment "mettre" le point H. L'enseignante explicite rapidement le choix de la primitive. Dans le D16, la situation est semblable. La difficulté est traitée grâce à l'autre élève du binôme sans que l'aide de l'enseignante soit nécessaire. Elle intervient seulement pour réfuter le cheminement proposé par cet élève concernant le choix de primitive : « Comment ? 'Créer', je vous l'ai montré hier[31] ». Dans le D39, l'enseignante réagit à l'élève qui tente de choisir le sous-menu 'Point repéré'. L'élève associe visiblement le point d'intersection (ou de concours) à un point repéré, puisqu'il s'agit justement pour lui d'un point qu'il a "repéré" sur la figure. L'enseignante pilote ensuite cet élève pour le choix de primitive.

[31] Nous ne pouvons pas donner d'interprétation au mot « hier ». L'enseignante ne l'emploie pas à d'autres moments de la séance et nous a déclaré que les élèves n'ont pas eu de séance avec Geoplan depuis l'initiation trois mois auparavant. Elle n'a pas mentionné devant nous avoir procédé à des rappels lors de la séance précédente. Ayant fait l'analyse longtemps après la séance, nous n'avons pu la questionner à ce sujet, mais il est possible que des rappels aient été faits, mais que l'enseignante n'ait pas voulu les mentionner.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Dans le D17, l'enseignante n'explicite pas le choix de primitive d'une façon directe, elle préfère que les élèves découvrent la primitive correspondante à travers cette description : « H est l'intersection de tes hauteurs, donc les hauteurs sont des droites », puis elle aide pour la saisie de données. Vers la fin de la séance (D54), l'enseignante est plus explicite :

Dialogue 54

Anne : Je t'écoute.
E : Comment on fait ce machin-là ?
Anne : L'intersection ?
E : Oui.
Anne : Tu vas dans 'Point', 'Intersection de 2 droites', là tu prends deux des trois droites.

Dans le D23, l'enseignante intervient au sujet de la création erronée du point H : « Pourquoi est-ce que ton point H il est n'importe où ? Tu as mis comment ton point H ? ». L'élève explicite son cheminement pour le choix de primitive : « Ben, j'ai fait 'Créer', 'Point libre' ». L'enseignante corrige cette erreur en faisant encore une fois référence au texte de l'énoncé : « regarde ce qui est écrit, H n'est pas n'importe quel point, il est le point d'intersection de droites ! Donc, ton point H n'est pas où il doit être. Faites l'effacer, et tu me le renommes avec H maintenant. Voilà ».

Un seul élève (D55) pose une question sur la création du point d'intersection G. Il s'agit d'une étape dans la deuxième partie du travail et le terme « point d'intersection » est dissimulé cette fois-ci dans le terme « point de concours ». L'enseignante fournie le nom de la primitive convenable et lui rappelle de l'avoir fait dans une étape précédente (H4.1). L'élève a du mal à faire le lien avec celle-ci, probablement parce que les consignes (H4.1) et (M4) ne sont pas identiques, s'agissant dans la première de nommer le point d'intersection et dans la deuxième de nommer le point de concours.

Création des milieux I, J et K

Deux binômes (D33, D25) sélectionnent dans le sous-menu 'Point' le sous sous-menu 'Point repéré'. La primitive 'Milieu' étant rangée plus bas dans le même menu, il leur échappe. Le D33 est partiellement inaudible, il n'est pas possible de comprendre comment l'enseignante intervient. Dans le D35, elle aperçoit qu'un élève choisit le sous sous-menu 'Point repéré' et l'interroge tout de suite: « Pourquoi un point repéré ? Tu vas créer quoi ? ». L'élève répond « Euh, I, J, K. ». Par la suite, l'enseignante fait référence aux primitives dont le logiciel dispose « Il faut lire ce que tu as sur ton logiciel, d'accord ? » sans dévoiler d'autres choses. Elle incite ainsi l'élève à explorer les menus de Geoplan pour "découvrir" la primitive correspondante à la recherche.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Dans le D49, toujours à propos de la création des milieux I, J et K elle incite de la même manière à parcourir les menus, mais en donnant cette fois le sous sous-menu 'Point' dans lequel se trouve 'Milieu'. L'élève le découvre alors aussi rapidement :

Dialogue 49

E : Madame !

Anne : Oui.

E : Là pour I, J, K les milieux respectifs il faut qu'on se mette …

Anne : 'Créer', c'est dans 'Point' et regarde tout ce que tu as comme point, regarde tout ce que tu as comme point. Tu n'as rien qui ?

E : Ah oui, milieu.

Anne : Voilà. D'accord ?

L'enseignante intervient également pour la saisie des données en guidant un élève (D33) pour la notation à prendre (I en majuscule) et en lui proposant d'utiliser la fonction 'bis' pour aller plus vite. Dans le D46, les élèves sollicitent l'enseignante, car le logiciel émet un message d'erreur pour la notation « i » saisie dans la boîte de dialogue 'Milieu'. L'enseignante indique que le nom i existe déjà (i est en effet un objet prédéfini dans le logiciel : premier vecteur de base de Roxy), mais cette réponse reste "partielle" pour les élèves qui attendent une explication:

Dialogue 46

E1 : Madame, on a marqué petit i, on fait ok ça fait pas.

Anne : Parce que petit i existe déjà, donc il faut mettre grand I

E1 : D'accord.

E2 : Ah il est où le petit i ?

E1 : j'sais pas.

Création des mesures : mesures d'angles et longueurs de segments

Création de mesures d'angle

Parmi les interventions relatives à la création d'une mesure d'angle, l'enseignante guide dans le D16 un élève pour le choix de la primitive et la saisie de données :

Dialogue 16 - extrait

Anne : 'Créer', 'Affichage', tout en bas, euh, 'Mesure d'un angle géométrique'. Et là il faut faire attention, il faut pas être en radian, il faut être en degrés. D'accord ? Voilà, tu complètes. Et ça c'est le nombre de chiffre après la virgule, tu mets zéro. Attends, il faut déjà t'y mettre.

L'enseignante demande à l'élève de saisir 'degré' pour l'affichage d'angle et '0' pour le nombre de décimales dans le but d'éviter des difficultés susceptibles de survenir dans les tâches suivantes. Remarquons qu'elle n'accompagne ces consignes de saisie d'aucune explication.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Dans les D21 et D24 aussi, l'enseignante pilote les élèves juste en dictant les actions :

Dialogue 21

Anne : Oui ?

E : Euh, comment il fait faire pour mesurer les angles ?

Anne : C'est dans 'Affichage', tu vas dans 'Créer', 'Affichage' et tu as 'Mesure d'un angle géométrique'.

E : Euh…

Anne : Tout en bas, 'Créer', vas pas vite s'il te plait, prends ton temps ! Non 'Créer', 'Affichage' et 'Mesure d'un angle géométrique', tu mets en degrés et 'Nombre de chiffres après la virgule' tu mets zéro.

E : Euh…

Anne : Tu l'as mis en radian.

E : Je sais pas.

Anne : Oui, 'Créer', 'Affichage', j'avais dit « attention à l'unité de mesure » 'Mesure d'un angle géométrique', et tu étais en radian, il faut le mettre en degré.

Laurent (D24) demande s'il faut marquer les mesures des angles sur le papier. L'enseignante renvoie cette question à l'élève en lui disant de les marquer s'il en a besoin. Dans le D28, suite à une saisie erronée, un élève rappelle à l'autre qu' « il fallait mettre en degré ». L'enseignante leur demande de recommencer pour la saisie en 'degré' et de mettre 0 chiffre pour la partie décimale.

Création de mesures de longueur

Rappelons tout d'abord l'énoncé M6.1 comportant l'erreur d'écriture suivante :

[…] en mesurant les longueurs des segments [AG] et [GK], [BG] et [GJ], [CG] et [GI].
↓
Erreur : [GK] au lieu de [GJ]

Cette erreur peut, comme nous l'avons signalé dans l'analyse a priori (p. 182), causer des difficultés pour la conjecture attendue à l'étape M6. Le binôme du D31 est le premier à l'apercevoir. Il est possible que les élèves ait constaté cette erreur pendant la conjecture, car quand l'enseignante leur dit qu'elle a dû se tromper, l'un des élèves fait la remarque suivante : « Et ben, c'est pas de nous ! ». L'enseignante corrige l'erreur, mais pas collectivement. Un autre élève (D52) constate que [GK] est mis deux fois, à la différence des autres segments. L'enseignante, au lieu de corriger cette erreur en collectif, la corrige en individuel auprès de quatre binômes à l'occasion d'une autre intervention relative à l'étape M6 (D50, D51, D59, D61).

Pour guider les élèves dans le choix de primitive, l'enseignante fait référence à la création de la mesure des angles :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Dialogue 27 - extrait

E : Comment on fait pour mesurer ?

Anne : Et ben c'est comme pour les angles, on va dans 'Créer', 'Affichage', 'Longueur d'un segment', d'accord ? Ça c'est le nombre de chiffre après la virgule, vous mettez 2 par exemple, d'accord ?

Remarquons que, dans le dialogue cité ci-dessus, la proposition de l'enseignante pour la saisie du nombre de décimales est très vague : « vous mettez 2 par exemple, d'accord ? ». Cela ne donne pas l'impression qu'un nombre inférieur à 2 entraînerait des difficultés pour la suite.

Deux binômes (D45, D59), arrivés à l'étape M6, posent une question sur la conjecture. L'enseignante leur fait remarquer qu'il faut d'abord mesurer les segments. Rappelons la consigne qui se découpe en deux tâches : « *(M6.2)* Emettre une conjecture sur la position de G *(M6.1)* en mesurant les longueurs des segments [AG] et [GK], [BG] et [GJ], [CG] et [GI] ». Visiblement les élèves ne saisissent pas bien l'ordre de réalisation de ces tâches, et suivent l'ordre du texte. Suite à l'intervention de l'enseignante, ils commencent donc à mesurer les longueurs. Dans le D45, l'enseignante valide le cheminement de l'élève pour le choix de primitive et intervient pour la saisie de données en lui indiquant qu'il faut mettre 2 chiffres pour le nombre de décimales, alors que dans le D59 elle "montre" à l'élève le choix de primitive.

Dans le D48, l'enseignante propose à l'élève d'utiliser la fonction 'bis' et de saisir 2 pour le nombre de décimales sans donner d'autres explications. Dans d'autres dialogues (D56, D58, D62, D74) aussi, suite à des difficultés d'élèves pour le choix de primitive et la saisie de données l'enseignante fournit directement la procédure.

A l'écran d'un binôme (D65) les longueurs AG et GK sont égales. Cela attire l'attention de l'enseignante. Elle essaie de comprendre cette égalité non conforme aux longueurs "réelles" de ces segments sur la figure. Elle dit aux élèves qu'il y a un problème, mais l'un des élèves explicite son choix de primitive pour justifier qu'ils n'ont pas commis d'erreur :

Dialogue 65 – extrait I

Anne : Passe à la suite. Pour quoi tes valeurs sont comme ça ? AG GK… Il y a un problème !

E : Ben non …

Anne : Si, il y a un problème.

E : On a fait 'Créer', 'Affichage', 'Longueur d'un segment'

Anne : Oui d'accord, mais, on te dit que [AG] est égal à [GK], ce qui n'est pas le cas sur ta figure, tu le vois sur ta figure que [AG] n'est pas égal à [GK], regarde ta figure.

E : Ben, si, il est égal à [GK]

Anne : Oui, mais *(inaudible)* c'est égal quand tu rates ta figure ?

E : [AG] égal [GK], on va bosser là.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Anne : C'est bizarre. Donc, il y a un problème, c'est bizarre. Barrez votre question, passez à autre chose.

L'élève ne voit pas le problème puisqu'il ne connaît pas la conjecture attendue à l'issue de cette étape. Le choix de zéro chiffre pour la partie décimale lors de la saisie de données est en effet à l'origine de cet incident. Etant convaincue que les élèves ont correctement mesuré les longueurs, l'enseignant pense que cela devrait être une bogue du logiciel. Embarrassée, elle demande notre avis sur cet incident, « le défaut de la machine » était sa seule explication à ce problème. Nous évoquons la possibilité de « saisie de zéro chiffre pour le nombre de décimales » susceptible d'être à l'origine de cet affichage "erronée". Etant de même avis, l'enseignante propose aux élèves de recommencer les mesures en mettant '2' pour le nombre de décimales :

Dialogue 65 – extrait II

Anne : Attendez, là il y a un souci, *(à l'observateur)* ça peut être lié à quoi ?

Observateur : Ils ont suivi les étapes ?

Anne : Ils ont suivi. Mais je vois pas pourquoi, ils ont bien fait 'Longueur d'un segment' et ça correspondait pas … Vous barrez la question et vous passez à la suite. *(à l'Observateur)* J'ai l'impression que leur machine, fin leur euh, ça mesure pas les mesures. Ils ont fait mesurer les segments et ça n'a pas donné les bonnes mesures.

Observateur : Oui, oui, parce qu'avec Geoplan, il doit avoir un truc, à deux près, à trois près…

Anne : Ah, oui, d'accord, d'accord, ça dépend des décimales, ils ont pris un arrondi, ce que moi je leur ai dit ailleurs de prendre 2 chiffres après la virgule, et eux ils ont pas pris, c'est vrai, j'ai pas pensé à ça. *(Aux élèves)* Vous recommencez vos mesures et vous mettez 2 chiffres après la virgule, d'accord ?

b) Interventions relatives aux tâches de déplacement

Au D1, la question concerne le vocabulaire (signification de « aigu ») plutôt que le déplacement. Selon la consigne l'élève doit modifier les sommets du triangle ABC de façon à obtenir des angles aigus. L'enseignante répond alors « Un angle aigu est plus petit que 90° » afin que cela ne soit pas un obstacle à l'accomplissement de la tâche. Dans un autre dialogue (D19), les élèves ont du mal à se mettre d'accord au sujet de l'obtention du triangle rectangle. L'enseignante intervient pour "débloquer" les élèves en leur proposant de mesurer les angles :

Dialogue 19 - extrait

Anne : Alors tu peux vérifier autrement ça.

E1 : Il est obtus là.

E2 : Aigu.

E1 : Ben il est obtus là.

E2 : Aigu.

Anne : Tu peux vérifier les 90° en faisant apparaître tes mesures d'angles.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Un élève (D14) est à la H3.1 : « Déplacer les sommets A, B et C », il sollicite l'enseignante pour effectuer cette tâche : « Madame, qu'est-ce qu'il faut faire après ? ». A partir du dialogue, il n'est pas très possible de diagnostiquer la difficulté de l'élève. Nous supposons que pour lui, la fonction du *déplacement* n'est pas attachée à une modification de la figure. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'il souhaite savoir ce que l'on attend de lui de façon plus explicite. L'intervention de l'enseignante n'y apporte, il nous semble, guère de solution : « Tu réponds aux questions, « déplacer », « est-elle toujours valable ? » tu réponds, si ta figure sort de l'écran, tu sais comment il faut faire normalement, tu la descends comme ça, d'accord ? ». Elle ne fait que répéter la lecture de l'énoncé.

Dans le D18, les élèves veulent répondre à la question (H5.1) : « En déplaçant les sommets A, B et C, peut-on avoir H à l'extérieur du triangle? ». Ils observent que le point H peut effectivement être à l'extérieur du triangle. Mais ils ressentent quand-même le besoin de solliciter l'enseignante pour la réponse. Deux possibilités peuvent expliquer cette sollicitation :

- les élèves ont du mal à concevoir qu'une tâche peut être si facile à réaliser. Donc ils sont à la recherche d'une autre réponse ;
- la non présence de ligne de rédaction pour la réponse les fait réagir ainsi pour communiquer leur réponse à l'enseignante.

Dialogue 18

E1 : Madame, là vous mettez H est à l'extérieur ? Ben oui c'est à l'intérieur.
E2 : A l'extérieur.
Anne : A l'extérieur, donc tu réponds « oui ».
E1 : C'est tout ?
Anne : Et oui, pourquoi. « Si oui, dans quel cas ? ».

A l'étape M7 : « Modifier le triangle pour qu'il soit rectangle en A », un binôme (D75) réalise le déplacement en le contrôlant par la mesure des angles. Les élèves mesurent les angles du triangle afin d'obtenir un triangle "bien" rectangle. L'enseignante intervient juste pour leur dire de choisir l'option d'affichage en degré. A ce propos, elle nous affirme sur place que son but adjacent relatif à cette tâche était de voir si les élèves étaient capables de mobiliser leur connaissance pour trouver des moyens d'obtenir un triangle rectangle.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

c) Interventions relatives aux tâches d'observation/rédaction

Observation/rédaction de niveau 1

Incompréhension de la consigne/correction

Un élève (D4) sollicite l'enseignante, parce qu'il n'a pas compris la question posée à la H2.2 : « Que remarque-t-on ? ». Il pose cette question en sautant l'étape précédente sur laquelle la question repose. L'enseignante lui rappelle alors qu'il faut d'abord tracer les trois hauteurs. Par ailleurs, suite à ce dialogue l'enseignante utilise le vidéo-projecteur et illustre la création des hauteurs du triangle ABC. Dans le D8, l'enseignante intervient pour une situation semblable : « Non, il y a une question, il y a quelque chose que tu réponds après ».

Un binôme (D29) est à la H6 : « Que se passe-t-il si ABC est un triangle rectangle ? ». Pour cette tâche il existe une tâche de déplacement implicite. Les élèves constatent que le point de concours H de trois hauteurs coïncide avec le sommet ayant l'angle droit. Mais cela ne se traduit pas comme une propriété par les élèves, ils ne sont pas certains que ce constat soit le résultat attendu. Ils ont besoin de validation de leur enseignante : « Madame, on dit que le point H s'est mis sur l'angle » (le mot « angle » signifie en effet « l'angle droit »). L'enseignante répond « Ah ben, écris, écris ! », mais cette réponse n'est pas suffisante pour l'élève qui cherche à savoir si sa réponse est correcte, alors il re-exprime cette fois-ci en montrant à l'écran : « Le point H, il est là, il s'est placé là,… ». L'enseignante, lui propose de passer à la suite, de répondre aux questions et d'observer ce qui se passe après.

Dans le dialogue (D30) qui suit ce dernier, un élève sollicite l'aide de l'enseignante pour répondre à la question H5.3 : « Que peut-on alors dire de 2 des hauteurs ? ». L'enseignante ne lui apporte aucune aide relative à cette tâche, elle lui répond clairement que c'est à lui de répondre aux questions. L'élève effectue le déplacement pour pouvoir y répondre, l'enseignante y intervient pour lui rappeler la tâche suivante (H6). Comme nous pouvons le voir dans l'extrait suivant, le but principal de l'enseignante est de faire avancer les élèves dans le travail qu'elle leur a proposé :

Dialogue 30

E : Madame, qu'est-ce qu'on peut dire des …

Anne : Ah, c'est à vous de répondre hein, on verra après, on corrigera ensemble après, mais c'est à vous de répondre ce que vous voyez. Donc là, vous avez un triangle qui était rectangle, parce qu'on avait 90°. Descends ton point comme tout à l'heure. Regards, tu es, on va dire 'droit', 90°. Qu'est-ce qui se passe pour le point H quand ton triangle est rectangle, c'est ce que je te pose comme deuxième question. A vous de répondre après. D'accord ? Passez aux médianes, dépêchez-vous ! Donc, là vous faites 'Fichier', 'Fermer

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

la figure', n'enregistrez pas parce que j'ai déjà imprimé une pour vous, et 'Fichier', 'Nouvelle figure', d'accord ? Voilà.

Dans le D40 aussi, l'élève est à la H6, il n'arrive pas à répondre à la question. L'enseignante lui propose de passer à la partie « Médianes », sans donner aucune aide. Elle souhaite que les élèves fassent le maximum qu'ils peuvent pour tout le travail proposé. Dans le dialogue (D41) qui le suit, les élèves sont à la même question et ils sollicitent l'aide de l'enseignante. L'enseignante aide les élèves ici seulement à avoir des observables nécessaires pour pouvoir répondre à la question tout seul :

Dialogue 41

Anne : Ça y est, vous avez fini les hauteurs ?

E1 : Ben non.

E2 : J'ai pas compris pour celle-là « Que se passe-t-il si ABC est un triangle rectangle ? »

Anne : Alors arrange-toi pour que ABC soit rectangle, tu as les angles qui apparaissent à l'écran, arrange-toi pour qu'au moins un angle fasse 90°, en déplaçant tes points.

E2 : Ah ça change hein !

Anne : Tu y étais presque, stop !

E2 : Allez mais baisse encore, non mais, 90°… Voilà !

Dans le D43, les élèves ont du mal à constater à la M2.3 la concourance des médianes du triangle ABC. Comme nous l'avons déjà évoqué pour les tâches de création, les élèves font des tracés erronés et cela rend impossible l'observation de la propriété. L'aide de l'enseignante consiste ici juste à leur renseigner sur l'erreur effectuée.

L'enseignante assiste Tony (D32) pour les étapes H5.2 et H6. Nous constatons ici la pression du temps sur l'enseignante, elle attire l'attention de l'élève sur l'affichage des mesures des angles dans le cas où le triangle ABC est rectangle : « Là il est rectangle, parce que tu as 90°, donc tu peux répondre à ce qui se passe là » pour répondre à la question H6 alors que l'élève est encore à la H5.2. L'élève attend que l'enseignante valide sa réponse relative à cette étape : « Oui mais là, sinon pour celle-là, si ça dépasse 90° c'est à l'extérieur ? ». L'enseignante la valide et demande de remplir la feuille.

Le D55 concerne la correction apportée par l'enseignante pour effectuer l'observation. Les élèves sont à la M2.3, ils doivent constater la concourance des médianes dans le triangle ABC. Dans les étapes précédentes ils réalisent des tracés et le résultat les amène à une observation erronée. Alors l'enseignante intervient pour rechercher l'origine du problème et constate que la figure obtenue ne coïncide pas avec les consignes : « Oooh ! Vous avez vraiment fait ce que j'ai fait ? Pousse-toi s'il te plait. J est bien le milieu de [AC], pour toi J est le milieu de [BC]. Donc, forcement ça peut pas concorder. Recommencez votre figure ».

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Difficulté d'expression

L'enseignante aide les élèves (D7, D15) qui ne se souviennent pas très bien du mot « concourante » pour répondre à la question H2.2. Dans le D10, un élève hésite entre deux mots et essaye d'en choisir le convenable :

Dialogue 10

Anne : Oui ?
E : Les droites sécantes, ça existe ?
Anne : Oui.
E : Les droites conséquentes ?
Anne : Conséquentes, non. Ecrivez.

Dans le dialogue (D11) suivant, Lucile exprime sa réponse directement à l'enseignante : « Là, elles se coupent en un point ». Elle attend probablement la validation de cette réponse, mais il est possible aussi qu'elle soit à la recherche d'un mot plus spécifique (par exemple « concourant ») pour décrire son observation. L'enseignante valide seulement sa réponse avec un « oui » tout bref.

Observation/rédaction de niveau 2

Incompréhension de la consigne/guidage et correction

Un élève (D12) sollicite l'aide de l'enseignante pour rédiger la réponse à la H5.3 : « Là il manque, « Que peut-on dire alors de ces deux hauteurs ? » ». L'enseignante, ne souhaitant pas fournir des éléments de réponse à l'élève, ne fait que corriger sa question : « Pas « de ces deux », « de deux des hauteurs » ! ».

Un autre élève (D25) a des difficultés à la même étape. Dans un premier temps, l'enseignante lui conseille d'y répondre comme il peut et de passer à la suite. Elle reprend ensuite la parole pour le guider dans la rédaction. A l'issue de ce guidage l'élève obtient la bonne réponse :

Dialogue 25 - extrait

Anne : Oui, mais par rapport à ce qu'elles étaient avant comment elles sont devenues ?
E : Elles sont plus sur *(inaudible)*
Anne : Voilà. Elles sont à ?
E : L'extérieur.
Anne : Voilà.
E : Elles sont, on dit comment alors ?
Anne : Elles sont à l'extérieur du triangle.

Concernant toujours la H5.3, dans les D30 et D37, l'intervention de l'enseignante montre bien qu'elle ne souhaite pas apporter son aide à l'élève pour les tâches d'observation/rédaction, même si l'aide consisterait par exemple à valider la réponse d'élève :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Dialogue 37

Roman : « Que peut-on dire de deux hauteurs ? »

Anne : Et ben, c'est à toi de le voir hein, je peux pas prendre ta place Romain ! Tu as trois hauteurs.

Roman : Ben, elles sont toutes les trois à l'extérieur ?

Anne : A toi de voir.

Un élève (D63) sollicite l'aide de l'enseignante parce qu'il ne se souvient pas de la propriété sur la médiane relative à l'hypoténuse dans un triangle rectangle pour répondre à la question de l'étape M8. L'enseignante se contente juste de lui dire de se souvenir d'une propriété déjà vue en classe et lui demande de passer à la suite.

Un élève (D38) est à la M8 et demande à l'enseignante de voir si sa démarche est correcte. L'élève n'est pas certain de sa réponse, mais il repère la propriété à vérifier : « Dans le triangle rectangle ABC, rectangle en A, la médiane relative à l'hypoténuse a pour mesure la moitié de l'hypoténuse ». L'enseignante reformule ensuite les consignes pour que l'élève vérifie cette propriété : « Tu vérifies, tu t'arranges pour que ton triangle soit rectangle et tu vois si ça marche ». L'élève répond tout de suite que le triangle est rectangle. Nous en déduisons que, l'élève a obtenu un triangle rectangle à l'œil, tandis que l'enseignante s'attendait à ce que les élèves mesurent les angles. L'enseignante passe cette tâche aussitôt et guide l'élève vers un raisonnement mathématique :

Dialogue 38 - extrait

Anne : Alors la médiane relative à l'hypoténuse ça sera ça, et est-ce que [AK] c'est la moitié de [BC] ?

E : Mais, on n'a pas les …

Anne : Et ben tu calcules ! Non, regarde, tu prends le bouton droit et tu déplaces ta figure.

Guide/correction : M6.2

Un binôme (D57) n'arrive pas à émettre une conjecture. Cela est lié à l'affichage aléatoire des mesures, ordonné par le logiciel (cf. p. 182). Les élèves n'ont pas l'idée de ranger les segments comme indiqués dans l'énoncé à la M6. Cela rend ainsi difficile l'observation d'une propriété liée à ces mesures. L'enseignante fait référence à la présentation des segments dans le texte et signale l'importance de cet ordre. Elle aide ensuite les élèves au niveau technique à ranger les segments :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Dialogue 57

E : *(Propos inaudibles)*

Anne : Je les ai mis deux par deux, c'est pas pour rien, recoupez les deux par deux, comme je les ai mis moi. *(Les élèves essayent de ranger les mesures de longueurs comme cela est indiqué sur la feuille).*

E : Comment on fait pour les regrouper ?

Anne : Eh ben, tu le prends, tu mets l'un à côté de l'autre.

E : Ah ok, d'accord.

Anne : Là vous verrez plus facilement ce qui se passe, d'accord ? J'sais pas si vous vous rendez compte, mais il y a encore ça derrière hein.

E : Ah ouais.

L'enseignante guide un binôme (D61) pour l'observation des mesures. Elle déplace le triangle pour obtenir des mesures qui facilitent l'émission d'une conjecture. Par exemple en évitant l'affichage décimal à cause duquel la proportion ½ entre les couples de segments ne "saute pas aux yeux" :

Dialogue 61

Anne : Là je me suis trompée, c'est J hein, d'accord ? *(Les élèves entrent les données pour obtenir les longueurs des segments)* Attends, attends, on va faire des valeurs un peu plus facile à repérer, alors 2 secondes, [AG] et [GK], regardez une relation qui est entre les deux.

E : *(Propos inaudibles)* ils devraient être de la même longueur, ils ne sont pas de la même longueur, non.

Anne : [BG] et [GJ], y a pas une relation entre ça ?

E : Ben si, c'est que ça, c'est …

Anne : Ensuite, [CG] et [GI], y a pas une relation entre ça ? Regardez, ça se voit bien là sur [CG] et [GI]. Les deux valeurs ?

E : c'est la moitié.

Anne : Ben voilà, ou c'est le double, comme tu veux, dans le sens que tu veux, d'accord ?

La découverte de conjectures peut être rendue difficile par un problème de décimalisation des mesures. Nous avons analysé ce problème plus haut (p. 199), dans le D65, à propos de l'emploi de la primitive création mesure de segments, où *zéro chiffre* entraîne une conjecture d'égalité des mesures qui satisfait les élèves, bien qu'elle soit visiblement fausse sur l'écran. Ce problème peut aussi se rencontrer avec un nombre non nul de décimales.

Dans le D67, d'abord, l'enseignante attire l'attention sur l'importance de l'ordre des mesures à l'écran. Elle essaie de guider le binôme dans la conjecture en lui demandant la relation entre chaque couple de mesures. Seulement, le guidage heurte à un petit obstacle : la décimalisation n'est pas suffisante pour constater la proportion exacte. L'élève n'a choisi que 1 chiffre après la virgule lors de la saisie de données. Les mesures, après l'arrondi, ne permettent de faire la conjecture qu'approximativement. Cela est rapidement compris par l'enseignante ayant vécu

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

une expérience similaire dans un dialogue précédent (D65). L'enseignante choisit parmi les mesures affichées celles qui ne perturbent pas l'émission d'une conjecture correcte : 1,1 et 2,2. Elle estime que la conjecture est très facile à partir de ces nombres, elle pose la question suivante : « Alors ça se voit bien avec celles-là, déjà avec celle-là qu'est-ce que tu remarques entre l'une et l'autre, là c'est presque simple ». L'élève donne une réponse inattendue : « Ben, elles sont égales, je dirais toutes les deux elles ont les mêmes chiffres ». Pour le binôme il n'est pas en effet facile de prendre conscience d'un problème de décimalisation, car selon lui la saisie étant correcte, le logiciel ne peut fournir que le bon résultat (potentialité de calcul d'un logiciel vue par les élèves a priori). L'enseignante, surprise et embarrassé de la réponse de l'élève, reformule sa question avec les éléments de réponse, elle utilise la maïeutique. Elle propose par ailleurs de recommencer la conjecture en choisissant plusieurs chiffres après la virgule pour les mesures :

Dialogue 67 - extrait

Anne : Alors ça se voit bien avec celles-là, déjà avec celle-là qu'est-ce que tu remarques entre l'une et l'autre, là c'est presque simple.

E : Ben, elles sont égales, je dirais toutes les deux elles ont les mêmes chiffres,

Anne : Ah bon?

E : Ça fait 2 2 et 1 1. *(Remarque : 2 2 = 2,2)*

Anne : Mais, c'est pas le cas ailleurs, mais qu'est-ce que tu peux remarquer ? S'il y avait des problèmes d'arrondi, on peut pas tout voir, mais là on voit bien. Comment tu passes de 1 1 à 2 2 ?

E : Ben en multipliant par 2.

Anne : Comment tu passes de 1 2 à 2 5 ?

E : Multipliant par 2.

Anne : Presque par 2, mais parce qu'il y a pas assez d'arrondi. Il faudra recommencer avec plusieurs chiffres après la virgule. Donc, qu'est-ce que tu constates, cette longueur-là par rapport à celle-là ?

E : C'est la moitié de euh …

Anne : Ecris-le.

Dans le D68, Mélanie sollicite l'enseignante pour la conjecture. L'enseignante, pour la guider pose la question suivante : « … ben regarde, [BG] par rapport à [GJ], [BG] c'est comment par rapport à [GJ] ? ». Mélanie confond le vocabulaire : « Ben, [BG] c'est la euh moitié de [GJ] ». Par la suite, l'enseignante demande le contraire du mot « moitié », Mélanie ne répond pas à cette question. L'enseignante, sans attendre, repose la question en inversant les données de façon à ce que la première mesure soit la moitié de la deuxième.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Difficulté lexicale/mathématique : M6.2

Les élèves demandent à 8 reprises ce que c'est une conjecture. Certains le prononcent mal, en utilisant son homonyme[32] « conjoncture » qui a un tout autre sens, mais l'enseignante ne prête pas attention à cette erreur. L'enseignante fournit en général, soit le mot « remarque » comme le synonyme de la conjecture, soit la reformulation « qu'est-ce que vous remarquez ? » de la question pour l'expliquer.

Rappelons que nous avions découpé l'étape M6 en trois sous-étapes et que nous les avions numéroté selon l'ordre de réalisation attendue des tâches (cf. p. 182). La première consigne de cette étape intègre deux tâches différentes (conjecture et mesure) : « Emettre une conjecture sur la position de G en mesurant les longueurs des segments [AG] et [GK], [BG] et [GJ], [CG] et [GI] ». Les tâches se présentent au sens inverse par rapport à la réalisation attendue, dans notre analyse a priori nous avions signalé que cela pourrait être source de difficultés pour certains élèves. A ce propos, 4 élèves (D27, D45, D50, D53) demandent à l'enseignante ce que signifie la conjecture avant d'effectuer les mesures. L'enseignante leur donne une "définition" de la conjecture tout en signalant qu'il faut d'abord effectuer les mesures. A partir de ces dialogues, nous ne savons pas si cette consigne constitue une source de difficulté pour ces élèves en terme de compréhension textuelle. Il est possible que cette question soit posée, parce que simplement les élèves ne voient pas d'intérêt d'effectuer les mesures sans savoir à quoi elles serviront.

Dans 5 dialogues (D27, D44, D45, D47, D66) l'intervention de l'enseignante consiste à répondre aux élèves seulement avec le synonyme de la conjecture ou (et) avec une petite reformulation de l'énoncé comme mentionnés ci-haut. Dans 3 dialogues (D50, D51, D53), l'enseignante donne aux élèves davantage d'explications sur la conjecture : deux interventions (D50, D51) sont quasi identiques. Dans le D50 l'élève ne comprend pas mieux quand l'enseignante lui répond : « Une remarque. Une propriété quoi, ce que tu peux remarquer ». Alors il demande davantage d'explications : « ça veut dire quoi ? ». L'explication de l'enseignante n'est pas très différente de ce qui est écrit dans l'énoncé : « Emettre une conjecture donne une propriété, une chose que tu as remarquée, c'est par rapport à la position du point G. Et tu lis la phrase jusqu'au bout en mesurant les longueurs des segments ». En revanche, peu après, auprès d'un autre binôme (D53) elle explicite la tâche en la mettant en relation avec les mesures des longueurs de segments :

[32] Homonyme : se dit d'un mot qui se prononce (homophone) ou s'écrit (homographe) de la même manière qu'un autre mais n'a pas le même sens.

Dialogue 53

E : Madame c'est quoi une conjoncture ?

Anne : Une remarque, ce que tu remarques par rapport aux longueurs des côtés que tu as euh sous les yeux. Si je les ai mis deux par deux, c'est pas pour rien hein.

Rappel à la rédaction

L'enseignante avertit 3 binômes pour rédiger les réponses sur la feuille. Elle demande d'ailleurs aux deux binômes de répondre aux questions au lieu de colorier les droites. Les élèves sont en général bloqués aux H5.3 (D25) et H6 (D29, D32)

d) D'autres interventions

L'enseignante n'intervient pas au niveau collectif, à l'exception de l'usage du vidéo-projecteur pour illustrer la création d'une hauteur du triangle ABC. La figure projetée reste une trentaine de minutes au tableau, à une question d'élève (inaudible, après D53) l'enseignante répond que le vidéo-projecteur ne sert pas à grande chose. Nous en déduisons que l'élève souhaite savoir si le vidéo-projecteur va intervenir encore une fois pendant la séance. L'enseignante ajoute qu'elle avait pensé qu'elle aurait besoin d'aider les élèves pour construire, mais qu'en fait ils se souviennent bien de l'utilisation du logiciel.

A 8 reprises (D5, D6, D28, D29, D30, D42, avant D23 et D74) l'enseignante avertit les élèves sur le temps en leur demandant de se dépêcher et de ne pas passer inutilement du temps à mettre des couleurs.

Elle assiste aussi auprès des élèves 10 fois au niveau technique pour des causes suivantes :

- déplacer une figure parce qu'elle est trop grande ou loin (D9, D22, D38, D77) ;
- gérer le fichier informatique (D3, D30, D34) ;
- illustrer l'utilisation du panel de couleurs (D71) ;
- effacer un point (D73, D76).

3.2.3. Synthèse de l'observation

Nous exploitons en premier lieu, des données quantitatives sur les dialogues et interventions de l'enseignante. Ensuite, nous étudions plus précisément les données relatives aux deux grands groupes de tâches (création et déplacement/observation/rédaction). Enfin, nous dégageons les axes principaux de l'activité de l'enseignante, tels qu'ils apparaissent dans l'observation de cette séance.

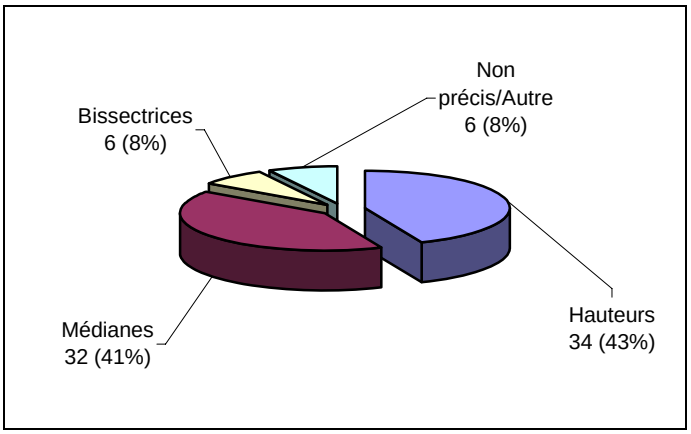
tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

a) Données quantitatives sur les dialogues et interventions de l'enseignante

Nous avons repéré 78 dialogues numérotés D1 à D78. Relativement aux trois parties Hauteurs (H), Médianes (M) et Bissectrices (B) de l'énoncé, ces dialogues se répartissent ainsi :

- à partir du D43, il n'y a pratiquement pas de dialogues sur la première partie (H) à l'exception du D54, au total nous avons identifié 34 dialogues relatifs à cette partie ;
- les dialogues sur la deuxième partie (M) commencent à partir du D27, et 32 concernent cette partie ;
- les dialogues sur la partie B commencent à partir du D63 et sont au nombre de 6. Le faible nombre de dialogues sur la partie B, la dernière, peut provenir du fait que la plupart des élèves n'ont pas pu aller jusque là faute du temps ;
- nous n'avons pu identifier dans 6 dialogues l'étape dans laquelle l'enseignante intervient.

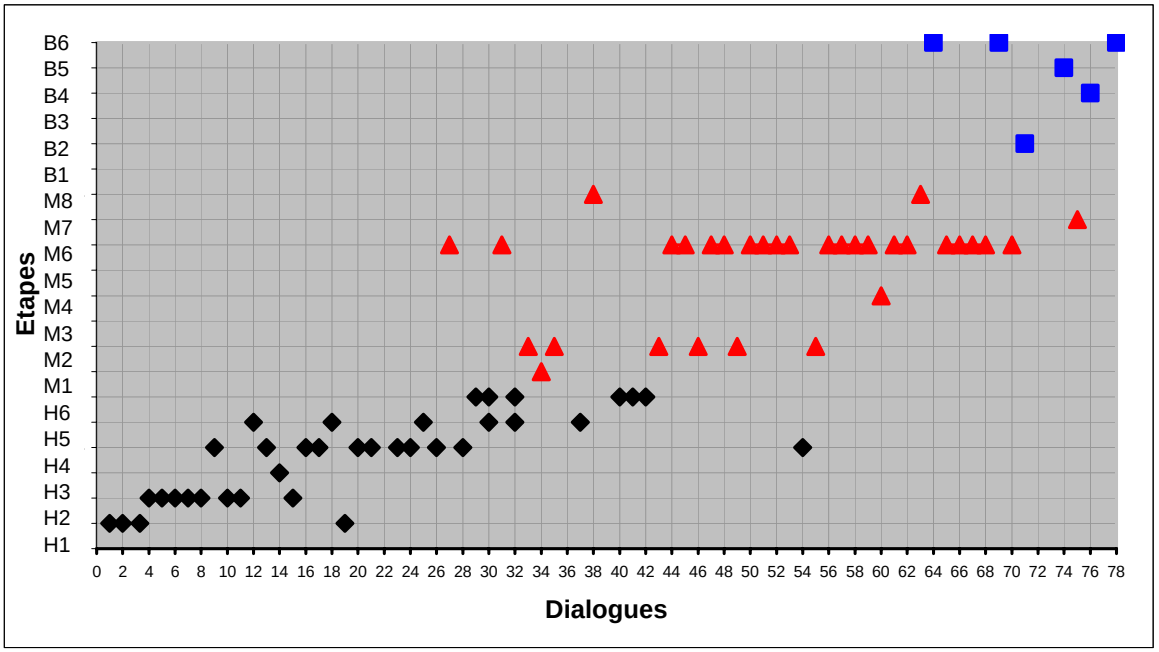
Illustrons cette répartition, d'abord, en moyen de données quantitatives :



Graphique 5 : le nombre de dialogues relatif aux 3 parties

Voici maintenant une vue globale sur la séance en tenant compte de la chronologie selon les étapes de l'énoncé et les dialogues :

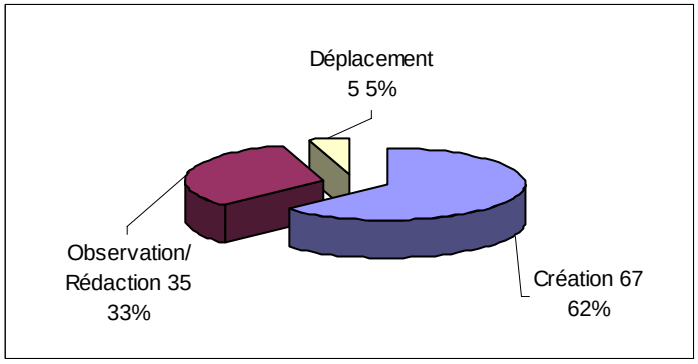
tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007



Graphique 6 : chronologie de la séance selon les étapes de l'énoncé et les dialogues

Dans ces dialogues, nous avons repéré 107 interventions de l'enseignante relatives aux types de tâches proposés aux élèves. Les 18 autres interventions sont des indications techniques, non directement liées aux tâches, et des avertissements sur le temps.

Le graphique ci-dessous présente la répartition des 107 interventions par rapport aux trois types de tâches : une majorité (62 %) concerne les tâches de création, elles sont suivies par les tâches d'observation/rédaction (33 %). Enfin, 5 % des interventions concernent les tâches de déplacement.



Graphique 7 : le nombre d'interventions relatif aux types de tâches

Rappelons le nombre de types de tâches explicites dans la fiche de travail : 15 (43 %) pour chacun de types de tâches « Création » et « Observation/Rédaction », 7 (15 %) pour « Déplacement ». La comparaison des pourcentages montre que, globalement, une tâche de

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

création conduit davantage à une intervention de l'enseignante qu'une tâche d'observation/rédaction ou de déplacement.

b) Interventions liées aux tâches de création

La création de 3 types d'objets a été demandée dans l'énoncé : lignes, points et mesures. Les interventions de l'enseignante portent en grande partie (54 %) sur la création des mesures, soit 35 interventions. Ensuite, 15 interventions portent sur la création des lignes (23 %) et les 15 restant sur la création des points (23 %).

La création des lignes

La création des lignes fait l'objet de peu de dialogues (triangle, 2 dialogues ; hauteurs, 4 dialogues ; les segments relatifs aux médianes, 1 dialogue ; bissectrices, 1 dialogue ; cercle, 3 dialogues) et les élèves n'y semblent pas présenter des difficultés particulières. En général, l'enseignante assiste ou pilote les élèves qui l'ont sollicitée pour l'identification d'un problème. Précisons que l'absence d'une primitive « Hauteur » dans les menus du logiciel n'a pas posé de problème pour la création des hauteurs. L'enseignante a évité cette difficulté en illustrant la création d'une hauteur à l'aide d'un vidéo-projecteur.

La création des points

Dans les trois parties de la fiche de travail on demande de "nommer" le point de concours des droites (les points H, G, I), il s'agit des tâches H4.1, M4 et B4.1 (9 interventions). Dans la première partie seulement, le point de concours est indiqué comme un "point d'intersection" des hauteurs. Puis, à la sous-étape B4.2, à partir d'une description de type « la perpendiculaire … coupe (BC) en D » l'élève est amené à créer trois points d'intersection (D, E, F), il n'existe pas d'intervention sur leur création. La création des milieux I, J et K des segments est demandée à la M2.1 pour lesquels existent 6 interventions.

Pour la création des points d'intersection, l'enseignante intervient dans 9 dialogues : 7 dialogues concernent la création du H, un dialogue celle de G. Il existe une autre intervention (D39) sur la création de l'un des points de concours des droites non identifiables à partir du dialogue. Précisons aussi qu'en ce qui concerne la création des points d'intersection I, D, E et F il n'existe pas d'intervention. Les interventions portent en général sur le choix de primitive (9 sur 10). Nous avons remarqué que quand le choix d'une primitive est erroné, l'enseignante suggère à l'élève d'explorer les menus de Geoplan. Cela dans la mesure où le nom d'une primitive renvoie explicitement à l'objet dont la création est attendue dans l'énoncé.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Pour la création des milieux trois binômes ont du mal à choisir la primitive appropriée. Pourtant dans les menus de Geoplan il existe une primitive 'Milieu', il porte donc le même nom que l'objet « milieu » dont la création est demandée dans l'énoncé.

La création des mesures : la décimalisation

La mesure d'angle est demandée une seule fois (H4.2) et l'enseignante intervient à ce propos dans 7 dialogues (16 interventions). La mesure de longueurs est demandée aux sous-étapes M6.1 et B5.1, elle fait l'objet d'intervention dans 13 dialogues (19 interventions).

Les interventions portent en général sur le choix de primitive et la saisie de données. Les difficultés des élèves ont découlé le plus souvent de la nécessité d'une transposition de la consigne papier-crayon à l'informatique, la primitive correspondante à la mesure des longueurs et des angles se trouvant dans le sous-menu 'Affichage'. L'aide de l'enseignante n'a pas seulement consisté à leur dicter les actions à effectuer, mais aussi dans la plupart de cas, elle a fourni des éléments supplémentaires sur la saisie de données. Il s'agit précisément du choix d'options dans la boîte de dialogue des mesures : affichage en degré et zéro décimale pour la mesure des angles, deux décimales pour la mesure des longueurs. Dans l'énoncé, d'abord la création de la mesure des angles est demandée, et ensuite la mesure des longueurs. L'enseignante, suite à des sollicitations d'élèves pour le choix d'une primitive correspondant à la mesure des longueurs, fait référence à la mesure des angles bien que, comme nous venons de le montrer ces éléments soient différents.

Rappelons que le choix du nombre de décimales joue un rôle déterminant dans la réussite des tâches demandées à l'élève par la suite (observation, conjecture). Précisons aussi que le choix de l'enseignante s'est porté pour les primitives relevant de la *2e procédure* de création. Cette procédure demande des actions moins laborieuses que la *1re*. Nous en déduisons que l'enseignante veut alléger les actions des élèves et prévenir les problèmes liés à la décimalisation des mesures. Bien que l'enseignante ait anticipé ces problèmes et soit intervenue plusieurs fois pour la saisie du nombre de décimale dans ce but, elle n'a pas pu identifier l'origine d'un problème de même ordre (D65). Sa réflexion a porté sur une possibilité de bogue du logiciel et elle n'a pas mis en cause le choix inadapté d'un nombre de décimales choisi par l'élève.

L'enseignante est par ailleurs intervenue pour corriger une erreur d'écriture de l'énonce M6.1 sur la fiche de travail. Elle ne s'est pas rendue compte d'elle-même de cette erreur. Il ne s'agit pas d'une erreur banale, elle influe directement sur la réussite de la tâche et y fait obstacle, car

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

cela concerne les observables de la figure. Il est remarquable qu'au lieu de la corriger collectivement, l'enseignante l'a corrigée individuellement auprès des binômes. Cela a causé parfois des difficultés pour des élèves à "voir" les relations géométriques dans la figure et à répondre aux questions.

c) Interventions sur les tâches de déplacement, d'observation/rédaction

Les tâches de déplacement sont en général suivies de tâches observation/rédaction. L'enseignante est très peu sollicitée pour les tâches de déplacement. Elle est particulièrement sollicitée pour les tâches d'observation/rédaction.

Rappelons que nous avions identifié deux niveaux dans les tâches d'observation/rédaction (cf. p. 187). Le premier niveau relève d'un constat à l'œil soutenu par des mesures ou le déplacement. Le deuxième niveau consiste à exprimer ce constat sous forme de conjecture mathématique. Il existe un seuil qualitatif du premier au second niveau. Certains élèves ont du mal à donner un sens à l'observation. Par exemple dans le D29, le binôme en est à la tâche H6 (« Que se passe-t-il si ABC est un triangle rectangle ? ») pour laquelle il faut voir la propriété suivante : dans un triangle rectangle le point de concours se trouve au sommet de ce triangle ayant l'angle droit. La difficulté des élèves est qu'ils constatent le changement qui survient au niveau du dessin sans identifier les raisons de ce changement. Ils répondent alors « le point s'est mis à l'angle » sans mettre ce constat en relation avec la nature du triangle, ce qui ne permet pas de dégager une propriété. Il nous semble que cette difficulté est due pour partie à la formulation de la question. Elle n'est pas formulée de manière à ce que l'élève reprenne la configuration particulière indiquée dans la consigne en tant que prémisse dans sa réponse. Ainsi l'élève exprime la propriété « le point s'est mis à l'angle » alors que le professeur attend : « si ABC est un triangle rectangle, alors le point de concours est confondu avec le sommet de l'angle droit ».

Le caractère « trop évident » de ce type de réponse interroge certains élèves : ils doutent qu'une telle réponse soit la bonne. Ils cherchent alors à la faire évaluer par l'enseignante. Pour d'autres élèves c'est la question elle-même qui n'est pas comprise. Ainsi, près de deux tiers des interventions portent sur le deuxième niveau, soit au total 22 interventions sur 35.

Dans ces interventions, l'enseignante n'apporte pas d'aide directe aux élèves pour qu'ils formulent leurs réponses comme une conjecture. Elle limite son aide au vocabulaire, en leur indiquant des termes comme « concourant », « sécant » qui ne leur sont pas familiers. Elle

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

n'exploite pas par exemple dans ses interventions les potentialités du déplacement qui pourraient aider les élèves à voir la propriété comme une implication.

En revanche, elle est plus présente auprès des élèves qui sont face à des problèmes qu'ils n'arrivent pas à identifier, par exemple, l'affichage aléatoire des mesures rendant inaccessible la conjecture attendue (D57). L'enseignante facilite l'observation pour certains binômes en intervenant dans le déplacement. Par exemple en D61, lorsque les mesures obtenues dans une position ne permettent pas efficacement de percevoir un rapport de proportionnalité entre les mesures affichées, elle fait opérer un déplacement pour obtenir un cas de figure où ce rapport est plus facilement lisible.

L'enseignante intervient ainsi directement sur la production d'observables par « monstration ». Concernant l'interprétation des observables, son intervention répond à la difficulté qu'ont les élèves à comprendre ce qu'est une conjecture (ici une implication). Elle comprend cette difficulté comme relevant du vocabulaire et tente de la lever en proposant « remarque » comme synonyme. Elle n'exploite pas les potentialités du *déplacement* pour faire comprendre l'idée de conjecture. L'enseignante insiste auprès des élèves pour qu'ils mettent certains objets en couleur. Sa motivation est que cela aiderait les élèves à mieux "voir dans leur dessin", c'est-à-dire effectuer les tâches d'observation/rédaction plus facilement. Reprenons une citation de l'enseignante (D6) qui tend à expliquer l'enjeu du coloriage pour les tâches d'observation : « Pour que ça ressorte ! ». Seulement cette indication se rajoutant aux consignes de la fiche de travail est peu comprise par les élèves, ils ne voient pas l'utilité de ce coloriage

d) L'activité de l'enseignante

Volonté d'arriver jusqu'au bout

L'enseignante demande à certains élèves de passer à la suite même s'ils n'arrivent pas à répondre aux questions. Sa préoccupation est d'arriver à la fin du travail malgré les difficultés des élèves. Par crainte qu'ils restent trop longtemps sur une seule question, elle leur propose souvent de passer à la partie suivante.

Diminution des sollicitations dans la progression de la séance

Les élèves sollicitent l'enseignante surtout en début de séance lors des tâches de création. Très vite, ces sollicitations diminuent. Cela entraîne une diminution des interventions individuelles. Celles-ci sont alors plutôt à l'initiative de l'enseignante et ont principalement pour but d'éviter des difficultés liées aux mesures des angles et des longueurs.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Instrumentation suffisante → peu d'usage du vidéo-projecteur

L'enseignante se sert du vidéo-projecteur une seule fois pour illustrer la création d'une hauteur du triangle ABC. Il s'agit de la deuxième étape de l'énoncé dans les premières minutes de la séance. Il nous semble que l'enseignante a anticipé une difficulté potentielle relative au choix de primitive correspondant à l'objet 'hauteur' (nécessité de transposition de la consigne papier-crayon).

La non-utilisation du vidéo-projecteur pour le reste de la séance montre que pour l'enseignante, les élèves se "débrouillent" suffisamment. Cela est explicité par l'enseignante (après D53) vers la fin de la séance de façon suivante : « Ça (vidéo-projecteur) sert pas à grande chose. Je pensais que j'avais besoin de vous aider pour construire mais vous vous en souvenez bien ».

De fait, les élèves n'ont pas rencontré en général de difficultés liées à la manipulation du logiciel. Quand cela s'est présenté, l'enseignante les a assistés individuellement.

Pas d'intervention collective

L'enseignante intervient seulement individuellement auprès des élèves, alors que l'on aurait pu s'attendre à ce qu'elle traite certains points importants en collectif, ou reprennes collectivement les difficultés spécifiques (par exemple l'erreur d'écriture sur la fiche).

En fait, certaines interventions individuelles tiennent lieu de reprise collective car les élèves dans la salle sont à l'écoute. Il faut noter aussi que les élèves avancent à des rythmes variés qui pourraient rendre inefficaces des reprises collectives.

3.3. Regard a posteriori de l'enseignante

L'enseignante précise que c'est une séance différente par rapport à ce qu'elle fait habituellement avec ses élèves. En général, elle introduit les notions collectivement en classe, à l'aide d'un vidéo-projecteur par exemple. Elle dit qu'elle a hésité à changer de type d'organisation notamment parce qu'il ne lui est pas facile d'avoir accès à une salle informatique. Les contraintes liées au matériel et au temps lui donnent en effet seulement la possibilité d'un usage ponctuel de la salle informatique, ce qui explique aussi le temps qui s'est passé depuis la séance d'initiation :

> « [...] nous n'avons qu'une salle informatique pour tout le collège, il faut la réserver à l'avance et il n'est pas évident de programmer un mois à l'avance que l'on va faire telle ou telle activité tel jour. On peut le faire ponctuellement pour une classe ou deux, mais on ne peut pas le faire systématiquement ».

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Elle a finalement souhaité que les élèves manipulent l'ordinateur. Après réflexion, elle pense que l'hétérogénéité de la classe conduit à privilégier un travail en autonomie.

Ses impressions tout de suite après la séance sont positives bien que seulement certains élèves sont arrivés jusqu'à la dernière partie proposée (Bissectrices). Elle est surtout satisfaite de la réussite des élèves aux tâches de création, malgré un décalage du temps important depuis la séance d'initiation au logiciel :

> « Et j'avais peur qu'ils ne sachent plus comment faire, ça fait depuis un trimestre qu'on n'a pas du tout vu Geoplan et finalement ils s'en sont bien sortis. Ils arrivaient quand-même bien retrouver dans le, à part quelques petites choses comme longueur d'un segment et tout, ils arrivaient à se retrouver dedans. Donc ça, j'étais assez contente de tout ça ».

En revanche, elle signale des difficultés pour les tâches d'observation/rédaction, et particulièrement celles relevant du deuxième niveau (conjectures dépassant le simple constat). Pour expliquer la source de ces difficultés, elle met en cause le manque d'expérience des élèves vis à vis de ce type de tâche :

> « […] comme toujours à chaque fois qu'il y a une conclusion à donner ils ont du mal. « Que pouvez-vous en déduire, que remarquez-vous », dés qu'il faut constater ils constatent, mais après la déduction de ce qu'ils ont constaté, ça ils ont vraiment du mal […] la difficulté c'est le passage mathématique ou bien sinon connaissance ou valeur numérique ou peu importe avec le logiciel, « je le vois, c'est très bien, je le vois, mais c'est tout, je peux rien en déduire. Ils ont pas encore fait ce cheminement, je pense que c'est parce qu'ils ne sont pas habitués, j'espère ».

Elle est visiblement soulagée de ce que les tâches de création posent moins de difficultés que ce à quoi elle s'attendait. L'instrumentation du logiciel par les élèves paraît suffisante pour ces tâches. Son observation sur les tâches d'observation/rédaction montre en revanche que cette instrumentation reste insuffisante pour que l'activité proposée soit réellement efficace.

Conclusion

Bien que la séance d'initiation au logiciel Geoplan ait eu lieu longtemps auparavant, les interventions de l'enseignante sur l'usage du logiciel sont peu nombreuses. L'enseignante déclare qu'elle est assez contente de ce résultat et ne cache pas son étonnement. Bien qu'elle ait envisagé de guider les élèves à l'aide d'un vidéo-projecteur, cela ne s'est pas révélé nécessaire.

Comme l'analyse a priori des tâches proposées aux élèves l'a montré, la décimalisation des mesures joue un rôle déterminant dans l'observation des propriétés géométriques. En effet, un choix inapproprié peut conduire à des conjectures non pertinentes. Ceci rejoint l'observation

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

de Houdement et Kuzniak (2003) qui met en évidence les problèmes dans un environnement GD (ici Cabri) relatifs à la gestion de l'approximation liée aux mesures géométriques. Au cours de la séance, l'enseignante a indiqué oralement de choisir « 0 » pour le nombre de décimales à saisir dans la boîte de dialogue de création de mesures d'angles, et « 2 » pour la mesure des longueurs. Elle a donc conscience de la sensibilité au choix du nombre de décimales, des tâches d'observation et de conjecture s'appuyant sur ces mesures et elle a anticipé les problèmes susceptibles de se produire avec des choix inappropriés. Malgré cela, la décimalisation lui a causé des difficultés puisqu'elle n'est pas parvenue à comprendre la cause de mesures affichées par Geoplan, contradictoires avec les propriétés géométriques.

L'enseignante a un type d'intervention différent selon le type de tâches. Pour les tâches de création, elle répond directement aux sollicitations des élèves. Pour les tâches d'observation/rédaction, elle intervient pour prévenir les difficultés notamment celles liées à la décimalisation et répond peu aux sollicitations. Il s'agit pour elle de faire avancer les élèves de façon que l'ensemble de la fiche soit abordé à la fin de la séance tout en leur laissant l'autonomie qu'elle souhaite, sur les tâches de conjecture qu'elle considère comme les plus mathématiques.

Dans la fiche, les tâches d'observation/rédaction sont précédées par des tâches de déplacement. Pourtant, quand l'enseignante remédie aux difficultés relatives aux tâches d'observation/rédaction, elle ne propose pas aux élèves de refaire le déplacement qui doit soutenir l'observation. Les potentialités du déplacement sont ainsi présentes dans la fiche mais sont peu exploitées par l'enseignante lors de ses interventions.

Selon la déclaration de l'enseignante, beaucoup d'élèves n'ont pas su répondre aux questions d'observation/rédaction. Ils n'ont donc pas tiré tout le profit possible du travail effectué. L'enseignante estime que ces élèves ont du mal à donner une interprétation mathématique des observations. Selon elle, la cause de cette difficulté est leur familiarité insuffisante avec l'environnement GD. Dans ses interventions, elle a proposé d'utiliser des couleurs pour distinguer les éléments importants pour l'observation/rédaction. Les élèves ont peu accepté cette nouvelle consigne extérieure à l'énoncé de la fiche. Notre interprétation est que, alors que la fiche mobilise les potentialités du déplacement comme source d'observables, la conception de l'enseignante reste marquée par le papier/crayon où, grâce à une utilisation judicieuse de la couleur, les propriétés doivent « sauter aux yeux ».

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Conclusion : potentialités et réalité des usages chez Anne

Le profil de Anne **« Anne l'ambitieuse »** reflète ses projets variés d'utilisation des TICE dans son enseignement (différents outils et usages : Internet, didacticiels, micromonde, vidéo-projecteur en salle de classe, salle informatique). Sur le plan didactique, elle est soutenue par sa participation à un groupe de travail d'un IREM qui réunit des enseignants et des chercheurs ainsi que par les ressources qu'elle a facilement à sa disposition. La seule difficulté qu'elle voit a priori est la disponibilité de la salle informatique.

Partons des potentialités telles qu'elles peuvent être repérées dans son discours initial et dans les tâches données aux élèves et voyons comment ces potentialités s'actualisent dans les deux séances observées.

Voici d'abord en récapitulatif comment se résument pour Anne les potentialités de la GD/TICE dans son discours a priori :

<u>dans le premier entretien</u>

- Motivation des élèves
- Engagement dans la tâche
- Fonction du déplacement : repérage de propriétés invariantes d'une figure
- Multitude de configurations
- Rapidité de tracés
- Evolution de l'enseignement

<u>dans l'entretien avant la séance en 5e</u>

- Exactitude (graphisme) et rapidité de tracés
- Evolution de l'enseignement
- Formation générale des élèves

Le discours de Anne est centré sur la facilité et la rapidité d'obtention des figures dans l'environnement GD. En comparant cet aspect à l'environnement papier-crayon, elle met également l'accent sur le graphisme irréprochable des figures dans l'environnement GD.

Anne mentionne une fonctionnalité importante de la GD : le déplacement des points libres. Nous avons vu que cette fonctionnalité joue un grand rôle dans les potentialités soulignées par la recherche, pour disqualifier des constructions "au jugé", mettre en évidence des configurations particulières, ou repérer des invariants. Anne se centre particulièrement sur la possibilité de montrer des invariants aux élèves, en mettant en relation le déplacement avec la facilité d'obtention d'une multitude de configurations et la rapidité des tracés :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

> « quand on fait un exercice, quelques fois il faudrait que l'élève fasse dix figures, alors que là, on bougeant seulement un point de la figure, l'élève peut voir que ça marche tout le temps. […] Pour qu'il puisse arriver à une propriété, en voyant que ça marche tout le temps sans, sinon sur leur feuille il ne reste que trois figures par exemple, alors là ils font plusieurs en infinité, ils voient que ça marche, ça marche bien. […] Alors qu'avec l'informatique on peut en faire plusieurs et très vite. »

Anne exprime sa motivation et ses attentes le plus souvent à un niveau qui dépasse celui des potentialités liées à l'apprentissage des mathématiques. En utilisant la technologie « l'outil de l'époque » elle a l'ambition de contribuer à l'évolution de l'enseignement et à la formation générale des élèves.

Les tâches demandées aux élèves dans les deux séances observées sont plus centrées sur les potentialités directement liées à la GD : l'accent est mis sur les tâches de déplacement et sur l'observation des résultats à l'issue du déplacement. Le déplacement a des fonctions différentes dans les deux séances : en 5^{e} comme une recherche de configurations particulières, et en 4^{e} comme conjecture et de recherche de propriétés invariantes d'une figure.

Les attentes de Anne couvrent donc un large champ de potentialités. Celles qu'elle explicite sont les plus générales. Les potentialités plus mathématiques, liées au déplacement se lisent seulement dans les tâches qu'elle donne aux élèves sous forme d'une fiche de travail. Il n'est pas facile de savoir ce que ce fonctionnement traduit comme rapport à ces potentialités chez l'enseignante. Vont-elles de soi ? Anne manque-t-elle de mots pour les expliciter ? Il nous semble que Anne reflète le discours ambiant (programmes, manuels) qui met l'accent sur les potentialités les plus générales tout en proposant des tâches issues de la recherche, sans avoir totalement conscience que ce ne sont pas les mêmes potentialités qui sont impliquées dans le discours et les tâches.

Vue par un chercheur en didactique, l'actualisation de cet éventail de potentialités supposerait chez les élèves un bon niveau d'instrumentation du logiciel utilisé. Anne ne semble pas consciente de ces besoins en instrumentation, pensant notamment que les 5^{e} vont mobiliser directement une connaissance du logiciel censée acquise lors d'une seule séance d'initiation au logiciel. Elle adopte dans cette classe une organisation en demi-séance afin de réserver plus de temps pour les élèves qui en ont le plus besoin. Cette organisation témoigne de la grande maîtrise de la gestion de classe par Anne. Elle compense par ses interventions lors des tâches de création le déficit d'instrumentation chez les élèves. Ces interventions permettent que les tâches soient accomplies selon l'organisation adoptée, mais empêchent aussi que la séance s'insère dans un processus de développement (genèse) de l'instrumentation chez les élèves.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Elle semble consciente de ce que sa séance en 5e ne correspond pas à ses attentes, notamment celles relatives aux potentialités d'engagement des élèves dans la tâche, puisqu'elle change son organisation pour la séance en 4e. Elle place les élèves en binôme et prévoit de les assister à l'aide d'un vidéo-projecteur. Curieusement, les difficultés observées en 5e avec les tâches de création se produisent peu en 4e et Anne n'est pas obligée d'utiliser le vidéo-projecteur. Pas plus que les 5e, les élèves de 4e n'ont une connaissance précise des menus du logiciel, mais il est possible qu'un rapport différent à l'ordinateur et aux objets géométriques soit une explication. Ce phénomène révèle selon nous une certaine imprévisibilité des situations avec les TICE, qui pourrait être due aux caractéristiques du milieu et qui mériterait d'être davantage étudiée.

La question d'une genèse instrumentale est également posée dans cette séance, notamment par la question de la décimalisation. Etudier cette question avec les élèves, leur faire comprendre les contraintes du logiciel et l'influence des choix sur l'observation des propriétés de mesure serait fondamental pour une bonne instrumentation. Il semble que Anne ait peu anticipé cette question puisqu'elle corrige "au jugé" les entrées des élèves. Les limites de sa propre instrumentation du logiciel apparaissent aussi, lorsqu'elle interprète un problème de décimalisation comme un dysfonctionnement du logiciel. La séance confirme également que Anne est peu consciente des potentialités du déplacement pour la production d'observables, préférant mobiliser pour cela la possibilité de figures « colorées », dans une approche inspirée par le papier-crayon.

La réalisation effective des séances avec des TICE pendant l'année scolaire en observation contraste avec ce que Anne avait projeté dans ses déclarations : au total 4 séances avec deux classes ont été effectuées avec la GD, dont 2 étaient des séances d'initiation au logiciel. Il est ainsi difficile de parler d'intégration de la GD. Anne a mis en cause l'indisponibilité de la salle informatique[33] pour justifier le nombre de séances qu'elle a pu effectuer. Un décalage de temps important comme un trimestre entre les deux séances dans une de ses classes résulte par exemple de la difficulté d'accès à la salle informatique. Cependant, nous savons qu'elle a fait des séances avec d'autres TICE (Internet, tableur…) et que donc ses usages ne sont donc pas totalement anecdotiques. Il y a sans doute des limites encore mal connues à ce qu'un enseignant travaillant dans des conditions 'ordinaires' peut développer comme usages.

[33] L'établissement dans lequel Anne enseigne, dispose d'une seule salle informatique.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Chapitre VIII

L'observation de Brune

1. Brune la « vigilante »

Elle enseigne depuis 28 ans. En dehors de son travail au collège, elle a plusieurs activités professionnelles n'ayant pas de lien direct avec des TICE : elle assure une formation à l'IUFM de Versailles et anime le groupe de travail « Itinéraire de découverte » de l'IREM de Paris 7. Elle est également doctorante (2e année) en didactique des mathématiques.

Elle a commencé à utiliser l'informatique il y a 20 ans avec des formations sur l'utilisation des « machines ». Elle considère ces formations comme « obsolètes » car les outils ont beaucoup évolué. Il y a 12 ans, elle a utilisé des outils informatiques pour la première fois dans son enseignement. A partir de là, elle s'est formée seule à l'utilisation de ces outils avec les élèves. Le rétro-projecteur avec transparents (sans ordinateur) fait déjà depuis longtemps partie des ses pratiques et lui a offert une « gestion différente de la classe » :

> « […] quand tu utilise le rétro-projecteur, tu es toujours face aux élèves et tu as le dessin dans le dos, alors que quand tu es au tableau, tu es dos aux élèves et c'est toi qui dessines. Tu vois, donc il y a une gestion de la classe que j'avais déjà perçue comme étant différente par le biais du rétro-projecteur. »

L'enseignante affirme utiliser l'outil informatique quand elle considère que son usage est efficace pour l'activité des élèves, mais aussi, lorsque cela contribue à son « confort personnel dans son enseignement » (lors d'une utilisation d'un rétro ou vidéo-projecteur) :

> « Moi, je ne suis pas une accroc de l'outil informatique. Je préfère l'utiliser quand moi je juge que ça apporte un plus à l'activité de mes élèves ou un confort supplémentaire à ma propre activité, parce que j'ai mal au dos et mal au bras quand je fait des figures au tableau, c'est très bête, mais en vieillissant on a des difficultés. »

Les années précédentes, avec ses classes, elle a fait usage du vidéo-projecteur, de la salle informatique avec des logiciels comme Cabri, Atelier de la géométrie, CALNUM et SMAO.

Elle enseigne dans trois classes de 6e (l'une étant très faible selon elle). Dans ses classes elle utilise essentiellement les logiciels Cabri et Atelier de la géométrie avec un vidéo-projecteur.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

En raison de quelques expériences négatives vécues dans le passé lors des séances en salle informatique, elle ne s'y rend plus avec ses élèves. Elle nous explique qu'elle ne s'y sentait ni à l'aise, ni efficace. En effet, ses élèves viennent d'un milieu aisé, presque tous disposent d'un ordinateur chez eux, donc ils savent bien manipuler le système informatique et ils utilisent cet avantage pour mettre l'enseignante en difficulté :

> « Certains connaissent les manipulations de l'informatique beaucoup mieux que moi. Et alors que, j'étais allée en salle informatique, […], il y'en avaient trois qui avaient été capables de planter les systèmes, […] il y'en avaient deux autres qui avaient gentiment glissé du papier à chewing-gum dans les lecteurs des disquettes […] Bon, piquer la boule de la souris aussi.
>
> Bon, alors, face à ce genre d'enraie moi je ferme la porte et je n'y retourne plus, parce que le système planté, moi je ne sais pas gérer l'informatique lourde, je ne sais pas gérer le réseau, et puis je n'ai pas envie de savoir non plus. Donc, une fois qu'on a trois ordinateurs qui sont plantées, qu'est-ce qu'on fait ? Parce qu'on est quand-même trente élèves, a priori ils étaient à deux, bon, en plus de ça deux sur un poste, ils ont une telle habitude de l'informatique, qui sont incapables d'accepter qu'il y'en a qu'un seul qui a la main sur la souris et l'autre éventuellement sur le clavier, c'est moi j'ai tout et toi, tu es comme un imbécile, donc ça marche pas, ça marche pas, si tu veux, en plus de ça j'avais eu cette difficulté. »

Une autre raison pour privilégier l'utilisation du vidéo-projecteur est qu'elle veut former les élèves de 6^{e} à l'usage des instruments papier-crayon. Le vidéo-projecteur permet cependant aux élèves de se familiariser avec les menus des logiciels qu'ils voient à l'écran. L'enseignante pense amener les élèves en salle informatique et faire un travail à la fois sur papier et sur ordinateur quand ils seront ainsi initiés aux instruments papier-crayon et à l'environnement informatique. Selon elle, elle pourra avoir une "gestion optimale". Il y a 15 postes dans la salle et 30 élèves. Elle pense donc faire deux demi-classes, chaque demi-classe travaillant une demi-heure en papier-crayon et une demi-heure sur ordinateur. Elle reste fortement opposée à un travail en binôme sur ordinateur en raison des difficultés de gestion :

> « Bon, maintenant que les élèves connaissent les menus, que dans le même temps ils contrôlent un peu mieux l'usage de leurs outils dans l'environnement papier-crayon, je pense que je peux amener mes élèves en salle informatique pour leur proposer une activité qui sera menée à la fois sur papier et sur écran, tu vois, de façon à ce que dans la salle il y ait 15 postes, j'ai 30 élèves, donc j'en mets 15 au centre sur papier et 15 autour sur écran, et une demi-heure plus tard je change. Mais, jamais plus je ne mettrai deux élèves par poste. »

Les possibilités suivantes qu'offre l'informatique motivent l'enseignante à utiliser des TICE :

- Apport à l'enseignement habituel (propos relatifs déjà mentionnés).
- Exactitude de tracés (propos relatifs déjà mentionnés).
- Déplacement offrant une multitude de configurations. Il peut facilement faire afficher le tracé d'un élève en déplaçant des objets sur la construction Cabri :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

« L'intérêt énorme du logiciel, c'est qu'il te permet de déformer la figure à volonté, et donc de rencontrer à un moment la figure de chacun des élèves, pratiquement. […] la prouesse technologique liée à l'ordinateur rassure certains élèves […] »

- Déplacement offrant la visualisation des propriétés géométriques :

« Quand j'ai dessiné perpendiculaire à la droite d, perpendiculaire à la droite d, je me suis aperçue que les élèves n'étaient pas toujours convaincus du parallélisme de ces deux droites dans toutes les positions. Donc, effectivement, plutôt que de leur demander dix fois de faire la figure sur le brouillon avec perpendiculaire, perpendiculaire toujours à la droite d, pour que en penchant à droite, en penchant à gauche etc. ça ne change rien, donc j'ai déformé, déplacé mes droites sur l'écran, et bon « ah ben madame oui, c'est toujours parallèle » quoi, c'est toujours parallèle. »

- Gestion de la classe plus conviviale et contribution au confort personnel : le vidéo-projecteur couplé à un ordinateur prolonge sa pratique déjà bien établie d'utilisation de transparents rétroprojetés.

Voici comment on peut résumer le profil de Brune :

Brune la vigilante : elle a eu une expérience négative du travail en salle informatique. En effet, elle a rencontré des difficultés créées par certains comportements des élèves et plus généralement, elle a trouvé difficile la gestion de l'enseignement en salle informatique. Elle préfère utiliser le vidéo-projecteur qui lui offre une meilleure gestion et une efficacité qu'elle a déjà expérimentée avec la rétro-projection de transparents. Elle souhaite aussi privilégier une pratique des élèves en environnement papier-crayon. Elle pense cependant tenter d'aller en salle informatique quand elle aura les conditions nécessaires à une bonne conduite de la séance.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

2. La séance Brune-6-I : « droites perpendiculaires »

2.1. Présentation de la séance et analyse a priori

2.1.1. Spécificités de la classe

D'après les déclarations de l'enseignante les élèves de cette séance appartiennent à une classe jugée "difficile" par l'établissement. Rappelons que ce n'est cependant ni une classe d'un secteur ZEP, ni celle d'une section SEGPA. La majorité des élèves de l'établissement C_B vient en effet d'un milieu aisé. Dans cette classe difficile on a regroupé[34] des élèves plus ou moins en échec scolaire et qui présentent parfois des problèmes de comportement. L'effectif de la classe est de 13 élèves. L'enseignante s'efforce d'éviter ce qui serait susceptible de les perturber et de les rebuter.

2.1.2. Objectifs de l'enseignante

Les élèves ont à accomplir un certain nombre de tâches sur les droites perpendiculaires. Il s'agit d'un travail individuel des élèves sur ordinateur en salle informatique. Cette séance constitue le premier contact des élèves avec l'informatique en classe. Afin que ce premier contact soit réussi, l'enseignante a choisi un thème mathématique qui a été traité dans un cours précédent où les élèves avaient travaillé sur la construction des perpendiculaires à main levée. Lors de cette première séance informatique, il est important pour l'enseignante que le thème mathématique soit familier à ses élèves. La raison est qu'elle ne veut pas introduire deux éléments "nouveaux" en même temps.

Il s'agit plutôt d'une séance de familiarisation des élèves avec le logiciel Cabri. Etant donné que les méthodes de tracé ne sont pas les mêmes dans les deux environnements (papier-crayon/informatique), le but principal est de « faire découvrir aux élèves une géométrie par une autre entrée »[35]. Les élèves étant des élèves difficiles, l'enseignante veut faire en sorte que « la découverte soit très guidée »[36]. Elle prévoit donc d'accompagner ses élèves dans l'accomplissement des tâches dès le début de la séance à l'aide d'un vidéo-projecteur. Pour

[34] Dès le début de l'année scolaire et sur les conseils des instituteurs en accord avec la famille des élèves concernés.

[35] Terme employé par l'enseignant dans post-entretien.

[36] Terme employé par l'enseignante dans post-entretien.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

l'enseignante, les tâches demandées aux élèves sont une occasion de découvrir des fonctionnalités de Cabri plutôt que de travailler des notions géométriques :

> « Mon objectif c'était tout d'abord un premier contact avec le logiciel Cabri, si tu veux, l'initiation au logiciel Cabri, pour qu'ils prennent conscience[…] En suite de quoi, ce que je voulais c'était qu'ils connaissent quand-même quelques fonctionnalités de Cabri, à savoir, t'as bien repéré, la droite qui passait par deux points, ça ne se fait pas à l'écran, fin, sur ordinateur dans les conditions où ça se fait sur le papier[…] Donc, ce que je voulais c'était simplement les voir agir et réagir sur le logiciel Cabri si tu veux »

Cependant, le travail proposé dans la fiche ne se réduit pas à une manipulation du logiciel. Il y a aussi des tâches d'observation et les élèves ont à répondre à des questions sur la feuille.

2.1.3. Organisation pédagogique et matérielle

Nous décrivons dans les deux paragraphes suivants, l'affectation de chaque matériel et leur rôle prévu pendant le déroulement de la séance par l'enseignante.

Voici d'abord la disposition des matériels et des élèves dans la salle informatique :

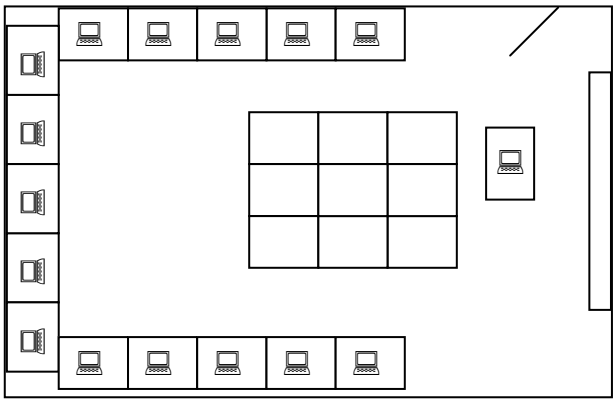


Schéma 11 : l'organisation matérielle de la salle informatique

a) Côté enseignante : un ordinateur avec le logiciel Cabri relié à un vidéo-projecteur

Pour l'enseignante il est important de montrer aux élèves grâce à un vidéo-projecteur son écran d'ordinateur et ses actions sur le logiciel pour les guider pas à pas dans l'accomplissement des tâches.

Voici ci-dessous quelques hypothèses sur le rôle de ce dispositif pendant la séance :

- il est susceptible de servir à guider les élèves pour réaliser de nouveaux gestes, les élèves auront à faire comme l'enseignante (familiarisation avec le logiciel, apprentissage de la manipulation) ;
- il peut servir à constituer un espace collectif d'expérimentation lors des tâches d'observation. L'enseignante peut donc réaliser après les élèves les gestes demandés dans la tâche et inviter les élèves à énoncer leurs observations ;
- il peut permettre à l'enseignante d'optimiser ses interventions en réponse à des sollicitations d'élèves (remédiations, explications…). Plutôt que d'intervenir individuellement, ce qui

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

l'obligerait à se déplacer vers le poste de l'élève l'ayant sollicité, elle peut effectuer le geste signalé par l'élève. Ceci lui permet aussi une gestion plus collective des sollicitations des élèves, qu'il s'agisse de difficultés, d'incidents ou de résultats (ou d'observations) intéressants.

b) Côté élèves : un ordinateur avec le logiciel Cabri, une fiche de travail spécifique à ce logiciel, une feuille de brouillon

Un ordinateur est prévu par élève (13 élèves sont présents, 15 ordinateurs sont disposés dans la salle en forme de U, autour des tables) sur lequel travailler sur le logiciel Cabri. Les élèves provenant d'une classe difficile, d'après l'enseignante, un travail individuel sur ordinateur permettrait à chacun de mieux se familiariser avec ce nouvel environnement. Elle évite également de les mettre en binôme par craint qu'ils ne soient pas capables de travailler à deux.

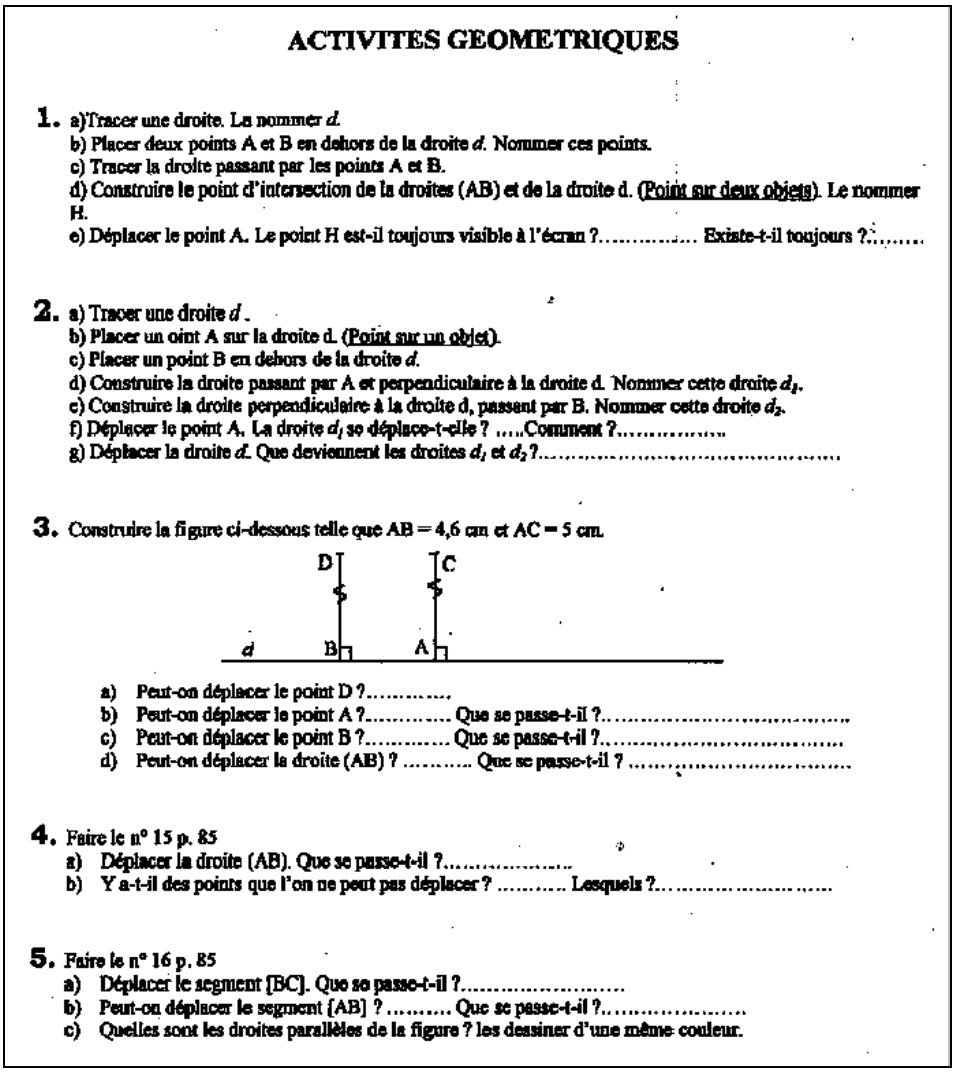
Une fiche de travail spécifique à Cabri est préparée pour les élèves. Les élèves ont à faire non seulement des tracés sur ordinateur, mais aussi à répondre à certaines questions en relation avec leurs tracés. A priori, ils ont à faire ce travail individuel en suivant en parallèle les actions de leur enseignante grâce au vidéo-projecteur. Cette fiche comporte cinq parties relatives à la construction des droites perpendiculaires. Nous la présentons dans le paragraphe suivant.

Chacun des élèves dispose également d'une feuille de brouillon. Il doit y écrire les réponses relatives aux questions posées dans la fiche de travail. Pour l'enseignante elle peut éventuellement servir de traces écrites des élèves permettant de les évaluer.

2.1.4. Analyse a priori des tâches proposées aux élèves

La fiche de travail intitulée « activités géométriques » est imprimée sur une demi-feuille A4 telle que présentée ci-dessous :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007



ACTIVITES GEOMETRIQUES

1. a)Tracer une droite. La nommer *d*.
b) Placer deux points A et B en dehors de la droite *d*. Nommer ces points.
c) Tracer la droite passant par les points A et B.
d) Construire le point d'intersection de la droites (AB) et de la droite d. (Point sur deux objets). Le nommer H.
e) Déplacer le point A. Le point H est-il toujours visible à l'écran ?..... Existe-t-il toujours ?.....

2. a) Tracer une droite *d* .
b) Placer un oint A sur la droite d. (Point sur un objet).
c) Placer un point B en dehors de la droite *d*.
d) Construire la droite passant par A et perpendiculaire à la droite d. Nommer cette droite d_1.
e) Construire la droite perpendiculaire à la droite d, passant par B. Nommer cette droite d_2.
f) Déplacer le point A. La droite d_1 se déplace-t-elle ? .....Comment ?.....
g) Déplacer la droite *d*. Que deviennent les droites d_1 et d_2 ?.....

3. Construire la figure ci-dessous telle que AB = 4,6 cm et AC = 5 cm.

a) Peut-on déplacer le point D ?.....
b) Peut-on déplacer le point A ?..... Que se passe-t-il ?.....
c) Peut-on déplacer le point B ?..... Que se passe-t-il ?.....
d) Peut-on déplacer la droite (AB) ? ..... Que se passe-t-il ? .....

4. Faire le n° 15 p. 85
a) Déplacer la droite (AB). Que se passe-t-il ?.....
b) Y a-t-il des points que l'on ne peut pas déplacer ? ..... Lesquels ?.....

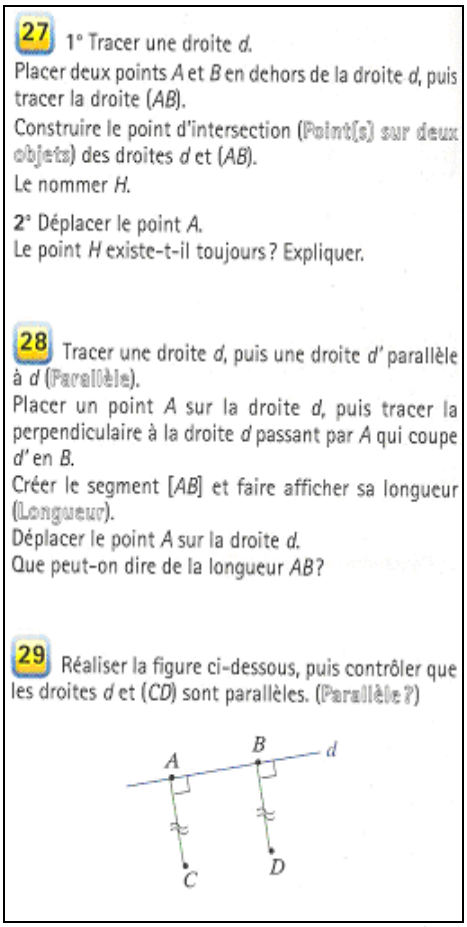
5. Faire le n° 16 p. 85
a) Déplacer le segment [BC]. Que se passe-t-il ?.....
b) Peut-on déplacer le segment [AB] ? ..... Que se passe-t-il ?.....
c) Quelles sont les droites parallèles de la figure ? les dessiner d'une même couleur.

Figure 34 : fiche de travail fournie aux élèves

Elle comporte cinq grandes questions que nous appelons « parties » dans la suite.

En étudiant les manuels que l'enseignante utilise dans ses classes, nous avons découvert des ressemblances entre les tâches proposées aux élèves sur la fiche et certains exercices de ces manuels. Les trois premières parties s'inspirent de trois exercices consécutifs dans le manuel utilisé par l'enseignante dans une autre classe (cf. extrait 1). Les deux dernières parties font référence à deux exercices du manuel à la disposition des élèves (cf. extrait 2)

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007



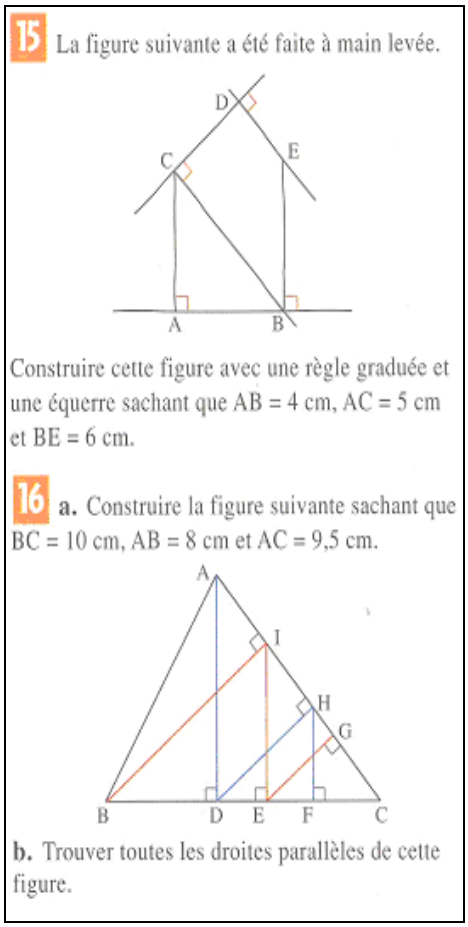
27 1° Tracer une droite *d*.
Placer deux points *A* et *B* en dehors de la droite *d*, puis tracer la droite (*AB*).
Construire le point d'intersection (Point[s] sur deux objets) des droites *d* et (*AB*).
Le nommer *H*.

2° Déplacer le point *A*.
Le point *H* existe-t-il toujours ? Expliquer.

28 Tracer une droite *d*, puis une droite *d'* parallèle à *d* (Parallèle).
Placer un point *A* sur la droite *d*, puis tracer la perpendiculaire à la droite *d* passant par *A* qui coupe *d'* en *B*.
Créer le segment [*AB*] et faire afficher sa longueur (Longueur).
Déplacer le point *A* sur la droite *d*.
Que peut-on dire de la longueur *AB* ?

29 Réaliser la figure ci-dessous, puis contrôler que les droites *d* et (*CD*) sont parallèles. (Parallèle ?)

Extrait 1 : HACHETTE-Cinq sur Cinq 6e (2000), p. 154, exercices 27°, 28°, 29°



15 La figure suivante a été faite à main levée.

Construire cette figure avec une règle graduée et une équerre sachant que AB = 4 cm, AC = 5 cm et BE = 6 cm.

16 **a.** Construire la figure suivante sachant que BC = 10 cm, AB = 8 cm et AC = 9,5 cm.

b. Trouver toutes les droites parallèles de cette figure.

Extrait 2 : HATIER-Les petits manuels Hatier 6e (2000), p. 85, exercices 15°, 16°

L'extrait 1 est emprunté à une rubrique du manuel intégrant des propositions d'usages de la GD. La rubrique concernée s'intitule « De tête à l'ordinateur ». La modification apportée par l'enseignante, consiste en une numérotation alphabétique (a, b, c…) des tâches et à leur reformulation. Il est possible que l'enseignante prévoie d'utiliser la numérotation pour se référer plus facilement aux tâches dans les phases collectives.

L'extrait 2 est emprunté au manuel de la classe. Ce manuel n'intègre aucune proposition d'usages de la GD dans ses chapitres de géométrie.

Dans le paragraphe suivant nous analysons les tâches dans l'ensemble des parties de la fiche de travail. Nous allons faire cette analyse sans entrer systématiquement dans le détail des actions nécessaires pour ces tâches. En effet, nous avons étudié dans le chapitre VI, comment les différentes tâches peuvent être effectuées dans Cabri soit par manipulation directe soit par utilisation de menu et nous ne signalerons le détails des actions que lorsqu'ils peuvent poser problème aux élèves.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

a) Les tâches partie par partie

Dans les paragraphes suivants, nous présentons d'abord des extraits pour chaque partie. Nous y avons inséré un codage (en italique entre parenthèses) afin de structurer chaque partie en étapes. Les étapes sont définies en référence aux tâches précisées dans les questions de la fiche. Ensuite, pour chaque étape nous avons distingué des sous-étapes correspondant aux actions élémentaires. Nous analysons ces étapes et sous-étapes.

Partie 1

(1a.1) Tracer une droite. *(1a.2)* La nommer *d*.
(1b.1) Placer deux points A et B en dehors de la droite *d*. *(1b.2)* Nommer ces points.
(1c) Tracer la droite passant par les points A et B.
(1d.1) Construire le point d'intersection de la droite (AB) et de la droite d. (Point sur deux objets). *(1d.2)* Le nommer H.
(1e.1) Déplacer le point A. *(1e.2)* Le point H est-il toujours visible à l'écran ?……*(1e.3)* Existe-t-il toujours ?…….

Etape 1a

Le tracé d'une droite est demandé. Pour le tracé d'une droite sur Cabri, une fois la primitive 'Droite' sélectionnée, il faut cliquer d'abord pour obtenir un point et une deuxième fois pour définir la direction de la droite voulue. Au premier clic on voit déjà apparaître une droite, cela ne fait pas penser à l'élève qu'il faut absolument faire un deuxième clic pour sa réalisation. Alors, s'il n'arrive pas à maîtriser la primitive sélectionnée, il se peut qu'avec des clics involontaires, l'élève puisse créer plusieurs droites non désirées sur son écran, rendant la gestion difficile.

Cabri offre à l'élève la possibilité de positionner la droite à son gré dans la zone de travail. Il est possible que l'élève trace une droite d horizontale –car objet prototypique- et qu'il place les points A et B (et la droite (AB)) sur la droite d comme ci-dessous :

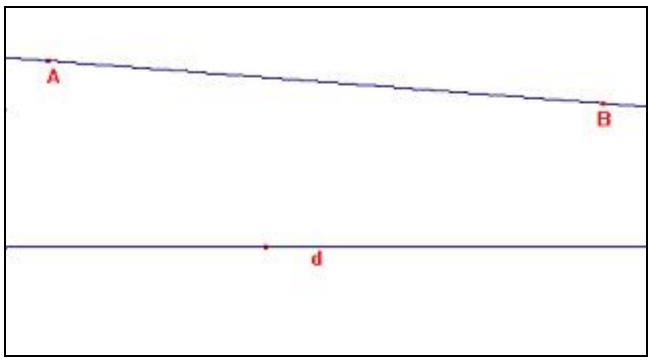


Figure 35

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Etapes 1b et 1c

Dans le cas où deux points auraient créés auparavant comme c'est le cas à l'étape 1c, il est possible que l'élève passe par le deuxième point à l'œil, ce qui lui apparaîtra juste sans être une création valide.

Etape 1d

La création du point d'intersection des droites (AB) et d est demandée. A cette effet l'enseignante propose dans l'énoncé l'utilisation de la primitive 'Point sur deux objets'.

Pour créer un point d'intersection avec cette primitive il existe deux techniques. Une première technique consiste à approcher la souris à l'intersection. Un message « à cette intersection » apparaît et il suffit d'y cliquer pour sa réalisation. Une deuxième technique est de désigner chaque droite pour créer leur point d'intersection. Dans ce cas, l'élève ne peut peut-être pas s'imaginer qu'il faut faire au moins deux clics pour sa réalisation.

Il est possible que l'élève souhaite juste mettre un point à l'intersection des deux droites au jugé (première technique). Dans un cas semblable à la Figure 35, comme l'intersection des droites (AB) et d n'est pas visible à l'écran, il peut alors être difficile de créer le point d'intersection. Pour cela, il lui faut savoir déplacer son dessin de façon à ce que l'intersection soit visible.

Même si l'élève arrive à créer le point d'intersection, sans déplacer la figure il lui sera peut-être difficile de nommer ce dernier.

Etape 1e

Il est possible que l'enseignante n'ait pas envisagé la possibilité d'un cas de figure comme la Figure 35, puisqu'elle demande à l'étape suivante de déplacer le point A et de répondre si le point H (le point d'intersection) est toujours visible à l'écran. L'élève doit prendre conscience de l'existence de l'intersection des droites dans toutes les positions des droites sécantes.

Partie 2

(2a) Tracer une droite *d*.
(2b) Placer un point A sur la droite d. (Point sur un objet)
(2c) Placer un point B en dehors de la droite *d*.
(2d.1) Construire la droite passant par A et perpendiculaire à la droite d. *(2d.2)* Nommer cette droite d_1.
(2e.1) Construire la droite perpendiculaire à la droite d, passant par B. *(2e.2)* Nommer cette droite d_2.
(2f.1) Déplacer le point A. *(2f.2)* La droite d_1 se déplace-t-elle ?..... *(2f.3)* Comment ?.....

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

(2g.1) Déplacer la droite d. *(2g.2)* Que deviennent les droites d_1 *et* d_2 *?*.....

Etapes 2a, 2b, 2c, 2d, 2e

En plus des difficultés liées à la création d'une droite déjà mentionnées, les élèves étant en difficulté, nous pouvons penser qu'ils puissent effectuer une segmentation de l'énoncé 2d.1. Ils peuvent en conclure qu'il faut construire deux droites : une droite passant par A et une autre qui sera perpendiculaire à la droite d.

La droite perpendiculaire est un objet fonctionnel, on ne peut pas tracer une droite perpendiculaire avant toute autre chose, en général il faut désigner une droite et un point. Comme c'est le cas dans le tracé de la droite, l'élève peut s'attendre à ce que la droite perpendiculaire apparaisse au premier clic. Toutefois les messages fournis par Cabri comme « passant par ce point », « perpendiculaire à cette droite » peuvent être révélateur chez l'élève. La distinction de spatio-graphique du géométrique n'étant pas souvent évidente chez les élèves en difficulté, on peut s'attendre à des constructions perceptives. L'élève peut choisir la primitive 'Droite' et en faire une droite perpendiculaire au jugé. Ces créations sont déterminantes pour les tâches de déplacement et d'observation/rédaction qui les suivent.

La figure obtenue à l'issue de la sous-étape 2e.1 peut sembler à celle-ci :

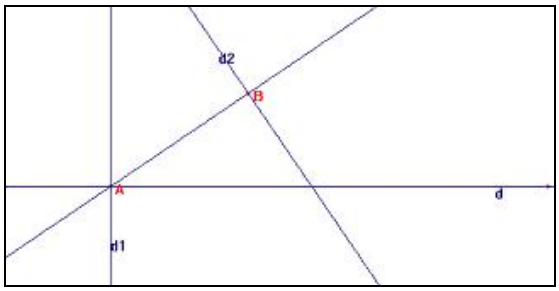


Figure 36 : figure obtenue à l'issue de l'étape 2f.1

Etapes 2f et 2g

A la sous-étape 2f.1 le déplacement du point A est demandé. L'élève doit observer que la droite d1 glisse sur la droite d en gardant la perpendicularité.

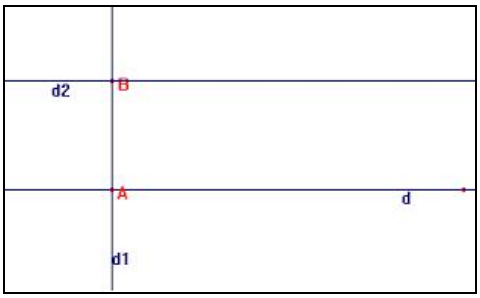


Figure 37 : déplacement par le point A

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

A la sous-étape 2g.1 l'élève doit déplacer la droite d. Il a deux possibilités pour la déplacer : par elle-même ou par son point d'origine qui figure sur elle. Ces deux types de déplacement n'ont pas de conséquences différentes sur l'observation. L'observation des droites d1 et d2 est demandée suite à ce déplacement. L'élève doit constater que ces droites deviennent parallèles à une position précise :

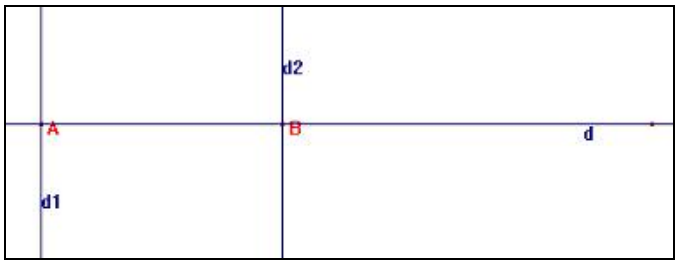
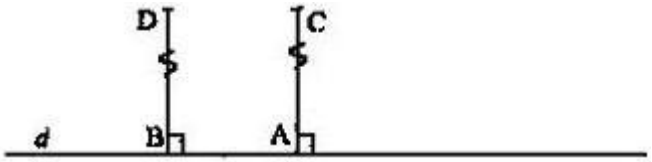


Figure 38 : parallélisme des droites d1 et d2 suite au déplacement de la droite d

Partie 3

3. Construire la figure ci-dessous telle que AB = 4,6 cm et AC = 5 cm.



(3a) Peut-on déplacer le point D ?.....

(3b.1) Peut-on déplacer le point A ?..... *(3b.2)* Que se passe-t-il ?.....

(3c.1) Peut-on déplacer le point B ?..... *(3c.2)* Que se passe-t-il ?.....

(3d.1) Peut-on déplacer la droite (AB) ?..... *(3d.2)* Que se passe-t-il ?.....

Reproduction de la figure

Le fait que la figure à construire est donnée à l'élève, ne signifie pas qu'il puisse la réaliser sans problème. En effet, la reproduction de cette figure paraît difficilement réalisable par des élèves. Car, la démarche à suivre pour tracer un segment perpendiculaire n'est pas facile pour une séance d'initiation. Cela nécessite par exemple, pour le segment [BD], d'abord de tracer une droite perpendiculaire à la droite d, puis de tracer le segment [BD] sur la droite perpendiculaire, disposé comme sur la figure donnée. Ensuite, il faut utiliser la primitive 'Cacher/montrer' afin de rendre non visible la droite perpendiculaire. Mais il est possible que l'élève supprime les tracés non désirés et perde les tracés liés à l'objet supprimé.

Il est fort possible que l'élève ne s'aperçoive pas de la nécessité d'une création préalable (la droite perpendiculaire) et qu'il utilise la primitive 'Segment' en l'ajustant perpendiculairement à la droite d. Ces créations au jugé ne laisseront pas fournir de bonnes réponses à des questions suivantes.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Concernant les mesures, si l'enseignante n'a pas défini le nombre de chiffres à afficher dans la partie décimale d'un chiffre dans les options de Cabri, par défaut il y aura deux chiffres dans la partie décimale. Cela peut entraîner des difficultés à l'élève pour ajuster le segment à la longueur demandée. De plus, au lieu de 4,6 Cabri affichera 4,60, ce qui peut demander une réflexion particulière à l'élève.

Etapes 3a, 3b, 3c et 3d

Le déplacement des points D, A, B est demandé à l'élève. L'élève doit observer que les points D, A, B glissent respectivement sur les droites (DB), d et d. Les points A et B font déplacer respectivement les droites (AC) et (BD) tout en gardant leur propriété de perpendicularité. Pour les sous-étapes 3b.2 et 3c.2 l'élève doit observer en plus, la variation de la mesure de longueur de (AB) et la superposition des droites (BD) et (AC) dans une position, donc le parallélisme qui existe entre ces droites.

A la dernière étape il est attendu que l'élève observe la dépendance des objets, au déplacement de la droite d, la figure se déplace par translation lors d'un déplacement par le point sur la droite, et par rotation lors d'un déplacement par la droite elle-même.

Parties 4 et 5

4. Faire le n°15 p.85
(4a.1) Déplacer la droite (AB). *(4a.2)* Que se passe-t-il ? …….
(4b.1) Y a-t-il des points que l'on ne peut pas déplacer ? ……. *(4b.2)* Lesquels ?.....

5. Faire le n°16 p.85
(5a.1) Déplacer le segment [BC]. *(5a.2)* Que se passe-t-il ?.....
(5b.1) Peut-on déplacer le segment [AB] ?..... *(5b.2)* Que se passe-t-il ?.....
(5c.1) Quelles sont les droites parallèles de la figure ?..... *(5c.2)* les dessiner d'une même couleur.

Rappelons les dessins modèles dont les reproductions sont demandées :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

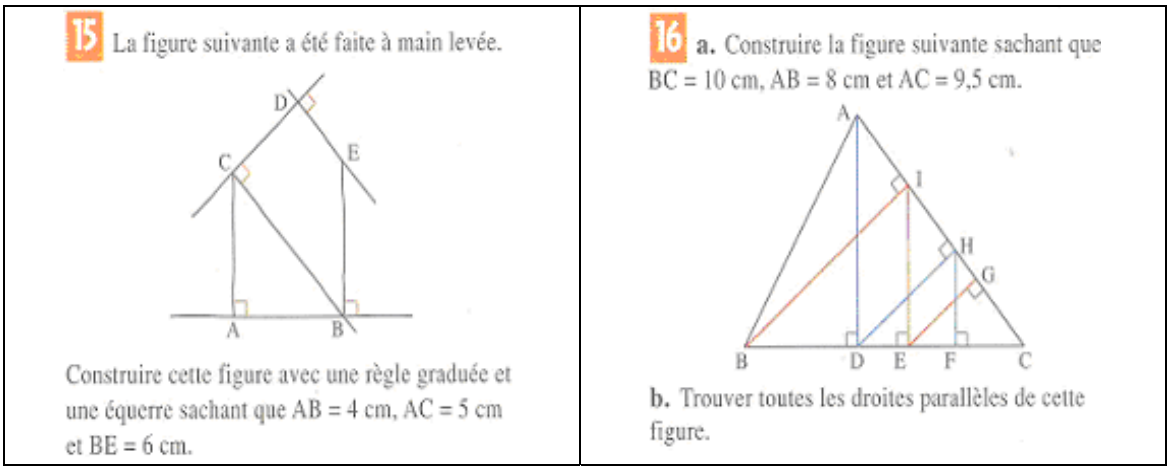


Figure 39 : créations demandées dans les étapes 4 et 5.

Reproduction des figures

Nous nous attendons aux mêmes difficultés citées pour la réalisation de la figure dans la partie 3 (nécessité de cacher les droites perpendiculaires). Nous remarquons que les difficultés de transposition d'une tâche de papier-crayon vers l'environnement informatique sont sous-estimées. Par exemple pour le tracé de demi-droite ou segment perpendiculaires, il faut que l'élève trace d'abord des droites perpendiculaires avec la primitive 'Droite perpendiculaire' et puisse y poser des demi-droites ou des segments comme sur le dessin modèle. Il faut que l'élève se repère dans ces tracés pour cacher (et pas supprimer) les tracés non désirés (inexistants dans le dessin modèle). Voici ci-dessous, les reproductions des dessins modèles avant d'avoir caché les tracés non désirés :

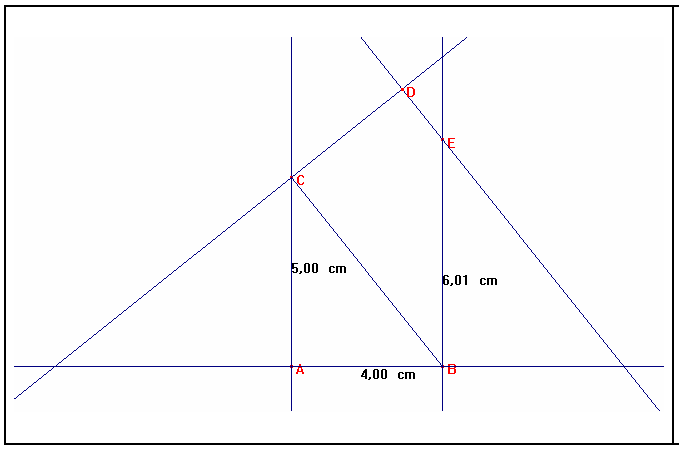


Figure 40 : création du n°15 avec Cabri

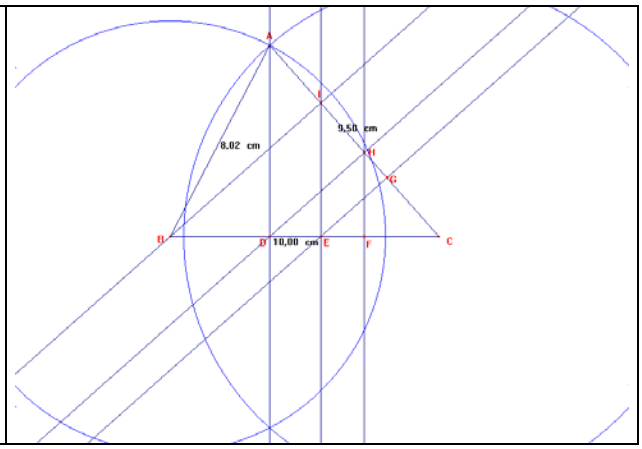


Figure 41 : création du n°16 avec Cabri

On peut penser que, pour l'enseignante créer une droite plutôt qu'un segment (ou une demi-droite) serait satisfaisant, mais pas pour l'élève qui s'attache à réaliser ce qui lui est demandé. La thèse que « ces figures soient satisfaisantes » nous semble tenir, car à l'étape 5c.1 l'enseignante pose une question relative aux droites parallèles : « Quelles sont les droites

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

parallèles de la figure ? ». Quant à cette question, l'enseignante semble fortement influencée par la tâche du manuel, puisqu'elle dépasse le contexte des droites perpendiculaires, thème mathématique de la séance.

Selon les énoncés sur le livre d'élève, pour le n°15 l'élève n'a droit qu'à l'usage d'une règle graduée et d'une équerre, tandis que pour le n°16 rien n'est mentionné, tout comme pour les énoncés sur la fiche de travail. L'élève peut alors hésiter quant au choix des primitives : lesquelles utiliser ?

De plus, il semble que ces reproductions demandent à l'élève beaucoup de temps pour leur réalisation. L'élève doit être capable d'identifier les propriétés et relations de perpendicularité entre les objets sur les dessins modèles. Il doit aussi être capable de mobiliser les bonnes techniques de tracés afin qu'il n'échoue pas pour les questions liées au déplacement.

L'élève peut rencontrer plusieurs cas difficiles. Il voudra certainement mettre sur son dessin des lettres majuscules comme sur le modèle, mais parfois il faut créer des points d'intersections pour pouvoir les nommer ensuite. Donc, il s'agit bien des créations préalables à effectuer. Pour la reproduction du n°16 il faut que l'élève crée son triangle en utilisant la primitive 'Cercle' et non 'Arc' (cela est possible avec le logiciel, mais particulièrement difficile par rapport à la technique de construction de cercles, couramment utilisée à cet effet). Le mot « arc » peut faire appel à des arcs de cercles qu'il trace pour construire un triangle en papier-crayon.

Par ailleurs, l'élève sera confronté à faire plusieurs gestes "délicats" comme ajuster les longueurs en déplaçant les "bons objets", désigner le "bon objet", etc. Nous parlons du "bon objet", car dès que deux objets se superposent ou sont rapprochés il faut désigner l'une des propositions du logiciel fournie au moment de sélection (situation d'ambiguïté).

Etapes 4a et 4b

A l'étape 4a on demande de déplacer la droite (AB) et le résultat de ce déplacement. L'élève doit observer que la figure se déplace par translation toute en gardant ses propriétés.

A l'étape suivante les points immobiles de la figure sont demandés. Ici, le but est de faire savoir à l'élève la dépendance et l'indépendance des objets, et leur conséquence sur le déplacement. L'élève va donc voir qu'on ne peut pas déplacer une figure en désignant chacune de ses composantes. Par exemple, on ne peut pas déplacer une figure par un point d'intersection qui lui appartient, qui en dépend. C'est le cas ici pour le point D.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Etapes 5a, 5b et 5c

Le but des tâches dans les étapes 5a et 5b est le même que dans les étapes 4a et 4b. L'élève doit observer que le déplacement du segment [BC] a un effet de translation sur la figure et que l'on ne peut pas déplacer le segment [AB] puisqu'il dépend du cercle dont il est le rayon.

A l'étape 5c il est demandé de repérer les droites parallèles de la figure et ensuite de les colorier. L'élève peut mobiliser un déplacement pour voir quelles droites se superposent à un moment donné et en conclure le parallélisme. Ici il s'agit des droites (BI) // (DH) // (EG) et (AD) // (IE) // (HF).

b) Les types de tâches

La fiche de travail comporte 3 types de tâches : création des objets, déplacement des objets et observation/rédaction. Les cinq parties de la fiche sont conçues à partir de ces types de tâches et sont disposées selon l'ordre de "plus simple" au "plus complexe". Chacune des parties commence par des tâches de création, est suivie par des tâches de déplacement et d'observation/rédaction.

- Création des objets : les objets dont la création est demandée sont en général explicite dans la fiche. Il s'agit des objets tels que point, point d'intersection, droite, droite perpendiculaire et ainsi que nom et aspect des objets. Quand l'élève doit reproduire une figure, il doit en créer d'autres comme segment, demi-droite et cercle. Les primitives Cabri correspondantes semblent faciles à repérer, puisqu'elles portent en général le même nom que les objets mentionnés sur la fiche.
- Déplacement des objets : le déplacement est utilisé pour les tâches de conjectures. Il sert par exemple à accéder à la notion d'infini des droites. Les tâches de déplacement ont aussi pour objet de rechercher des configurations particulières et d'observer la conservation des propriétés géométriques.
- Observation/rédaction : une grande importance est donnée à l'observation avec des questions de type par exemple « déplacer la droite d. Que se passe-t-il ? » posées à la fin de chaque tracé. Chaque tâche de déplacement donne lieu à une observation de propriétés que l'élève doit brièvement formuler sur la fiche.

2.1.5. Regard a priori de l'enseignante

Voici quelques éléments, issus de l'entretien avec l'enseignante qui permettent de comprendre comment elle prévoit sa séance. Comme nous l'avons dit en introduction, il s'agit d'une classe jugée difficile et l'enseignante s'efforce d'éviter ce qui serait susceptible de les

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

perturber et de les rebuter. Pour elle, un travail en groupe dans cette classe serait impossible à gérer. Elle est rassurée par le fait qu'il y a assez d'ordinateurs en salle informatique pour chaque élève de façon qu'ils puissent travailler indépendamment les uns des autres. La possibilité de guidage par vidéo-projecteur est également une sécurité, face aux difficultés possibles des élèves avec le logiciel.

Comme nous l'avons dit dans la présentation de son profil, elle recherche, à travers l'utilisation des TICE un certain confort pour sa propre activité et une gestion différente de la classe. Elle pense que l'aspect visuel et dynamique des logiciels de GD jouent un rôle important dans les apprentissages des notions et des propriétés géométriques.

2.1.6. Synthèse de l'analyse a priori

Pour une première séance avec le logiciel, la fiche de travail comporte un nombre important de tâches, ce qui a pour conséquence une fiche de travail "dense" et écrite en petits caractères. L'enseignante semble considérer chacune de ces tâches comme suffisamment simple pour que les élèves puissent les faire facilement.

Pour nous, s'agissant d'une séance d'initiation au logiciel Cabri et d'une toute première séance en salle informatique avec des élèves d'une classe "difficile", nous prévoyons notamment des difficultés spécifiques à l'utilisation du logiciel et de l'ordinateur (tracés au jugé, difficultés liées au déroulement de la boite à primitives de Cabri, aux sélections des objets et des primitives, etc.) Il est possible que les élèves restent dans le spatio-graphique, et qu'ils ne construisent pas les figures demandées selon les primitives géométriques.

Cependant, pour le choix des primitives il ne devrait pas avoir de problème, puisque le nom de tous les objets dont la création est demandée correspond au nom de primitives Cabri.

L'enseignante prévoit d'utiliser un video-projecteur afin de guider ses élèves et les assister. Néanmoins, certains gestes nous semblent difficiles à observer par des élèves lors de cette assistance. Par exemple activer/désactiver une primitive, effacer et déplacer des objets tracés, utiliser la souris sont des gestes techniques qui sont à apprendre afin de bien gérer le travail informatique. Pour activer une primitive, il faut dérouler la boite à primitives où elle se trouve en enfonçant le bouton gauche de la souris, ensuite la sélectionner en relâchant la souris. Une fois l'objet créé, si on veut éviter les tracés inutiles, il faut penser à désactiver la primitive en allant à chaque fois sur la primitive 'Pointer' tout à gauche de la barre, ou alors simplement en cliquant sur cette barre.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Les tâches de déplacement et d'observation aussi ont un caractère de nouveauté pour les élèves ce qui peut conduire à une sollicitation d'aide auprès de leur enseignante.

2.2. Observation de la séance effective

L'observation est structurée en trois temps :

1. Les 10 premières minutes de la séance l'enseignante donne des consignes générales et aide à l'installation des élèves devant les ordinateurs.
2. Le travail sur la fiche débute par une intervention collective de l'enseignante et dure environ 4 min.
3. Les élèves travaillent individuellement ou en binôme sur les tâches demandées jusqu'à la fin de la séance. La transcription des dialogues est très partielle. En effet, à cause d'un appui accidentel sur le bouton d'arrêt du magnétophone porté par l'enseignante l'enregistrement audio s'est arrêté. Un autre magnétophone disposé sur la table au milieu de la salle ne nous a permis d'obtenir que peu de données à cause d'une mauvaise qualité d'enregistrement.

2.2.1. Consignes générales et installation

L'enseignante commence la séance en donnant des informations sur le déroulement prévu et l'organisation de la séance (environ 5 min). Lors de cette introduction, elle rassure les élèves en leur indiquant qu'ils seront guidés par l'enseignante grâce au vidéo-projecteur :

> **Brune :** Je vais le faire en même temps que vous sur le mur pour que vous ne soyez pas trop perdus. C'est-à-dire que là, avec le vidéo-projecteur je vais faire les mêmes manipulations que vous sur votre ordinateur.

Elle informe également les élèves sur les différents types de tâches qu'ils doivent effectuer :

> **Brune :** Mais je vais vous distribuer une feuille qui va vous indiquer ce qui est à faire. Sur cette feuille vous allez trouver des exercices qui vous disent « tracez la droite », « tracez la perpendiculaire », « tracez le segment », etc. que j'ai montré déjà l'autre jour à l'écran, sauf que cette fois-ci c'est vous qui allez le faire et en plus je pose des questions. C'est-à-dire que je vous demande « déplacez le point B », « déplacez la droite petit d », « que se passe-t-il quand vous déplacez ? » et bien entendu vous n'aurez pas la place sur la feuille que je viens de distribuer pour répondre à ces questions, donc vous répondrez sur votre feuille de papier qui est là, on est d'accord ?

Dans cette présentation elle met l'accent sur l'ordre des tâches à suivre : création → déplacement → observation → rédaction.

Par la suite, elle distribue aux élèves la fiche de travail et les invite à s'installer devant les ordinateurs. Installation des élèves, allumage des ordinateurs et démarrage du logiciel

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

prennent environ 5 minutes. L'enseignante se déplace d'un ordinateur à un autre pour apporter de l'aide sollicitée par des élèves pour ce démarrage.

Des problèmes techniques…

Au moment où elle veut utiliser le vidéo-projecteur, elle s'aperçoit que l'ordinateur relié à celui-ci ne se connecte pas au réseau informatique. Elle n'arrive donc pas à accéder au logiciel avec lequel elle a prévu d'accompagner les élèves dans la réalisation des tâches.

Différents dysfonctionnements concernant le logiciel et la souris se produisent également sur les postes des élèves. L'enseignante se trouve donc dans l'obligation de faire travailler quelques élèves en binôme. Ainsi 3 binômes sont formés et les 7 élèves restant travaillent individuellement.

2.2.2. Intervention collective pour la réalisation des tâches

Les élèves travaillent sur leur poste aux tâches demandées par la fiche. L'enseignante se déplace à nouveau d'un poste à l'autre pour compenser l'absence de vidéo-projecteur. Pendant cette partie de la séance, elle est sans arrêt sollicitée par des élèves. Elle débute alors le travail sur les tâches en illustrant collectivement la première étape de la partie 1 : « Tracer une droite. La nommer d ». Ses interventions sont tournées vers une aide au choix d'une primitive :

Extrait 1

Brune : La nommer petit d. Alors avec quelle icône où allez-vous pointer votre flèche pour tracer la droite ?

E : Avec la deuxième. La deuxième case !

Brune : Et après, la deuxième case, comment tu fais pour la nommer ? *[04'']* Quelle case, quelle icône allez-vous chercher pour la nommer ?

E : Où il y a 'AI' *(icône* *).*

Brune : Elle est où ?

E : A côté du soleil *(* *)*

Brune : Voilà, à côté du soleil, pour la nommer. *[1'13'']* Pour effacer, il faut que vous alliez sur l'icône blanche ( ) tout à gauche de la flèche.

Comme le montre l'extrait 1, bien que les élèves manipulent pour la première fois le logiciel, ils reconnaissent les primitives Cabri qu'ils ont vu utiliser par l'enseignante en vidéo-projection. Certains ont une idée sur la place de la primitive recherchée dans la barre de menus. L'utilisation par l'enseignante du vidéo-projecteur avec le logiciel Cabri dans ses cours habituels semble avoir offert aux élèves cette familiarité. Leur vocabulaire se réfère aux icônes plutôt qu'aux fonctionnalités (« soleil » plutôt que « montrer/cacher »).

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

2.2.3. Travail des élèves et interventions de l'enseignante

L'enseignante est souvent sollicitée pour des tâches de création. Les élèves ont rencontré les difficultés prévues dans notre analyse a priori des tâches :

- nécessité de deux clics dans Cabri pour la réalisation d'une droite ;
- présence des trois types de points dans Cabri : 'Point', 'Point sur un objet', 'Point(s) sur deux objets' ;
- tracés involontaires à l'écran, nécessité de désactiver l'icône sélectionnée à la fin du tracé ;
- messages d'ambiguïté « Quel objet? » à cause de tracés multiples ;
- création des objets au jugé, non suivi de messages ;
- incompréhension des termes géométriques : intersection ;
- difficultés de défiler des menus et de sélectionner la primitive.

L'enseignante a consacré son temps à apporter une aide technique quant aux difficultés rencontrées. Elle a également guidé les élèves qui ont présenté des difficultés pour donner un sens à l'observation issue du déplacement des objets.

Ce fonctionnement a conduit à ce que les élèves restent bloqués jusqu'à ce que l'enseignante se libère d'un autre élève pour pouvoir les aider. A quelques exceptions près, les élèves n'ont pas dépassé la partie 2.

2.3. Confrontation du point de vue de l'enseignante a priori et a posteriori

Concernant la préparation de la séance, nous avons observé chez l'enseignante une vigilance particulière quant aux conditions de réalisation de la séance en salle informatique. Cette vigilance concerne en premier lieu les conditions matérielles du travail des élèves : un élève par ordinateur et usage du vidéo-projecteur afin de les guider. Elle concerne aussi sa propre activité : elle pense pouvoir se consacrer à l'observation des élèves et à répondre aux sollicitations. Les tâches lui semblent suffisamment « transparentes » pour permettre ce fonctionnement.

Cette vigilance répond à une inquiétude venant d'expériences antérieures (déclarée lors du premier entretien). Elle a gardé en tête l'image de ses anciens élèves qui maîtrisaient l'informatique mieux qu'elle, qui tournaient cet avantage à leur profit en mettant leur enseignante en difficulté et qui étaient incapables de travailler en binôme. Elle essaie d'éviter les problèmes de ce genre. Elle se juge également insuffisante au niveau des compétences

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

informatiques, concernant surtout la gestion du réseau, la réparation des pannes et des bogues informatiques.

Avant la séance, elle estimait avoir pris toutes les dispositions nécessaires au bon déroulement de la séance. Mais à cause des problèmes techniques et matériels le déroulement a pris une tournure différente de ce qu'elle pensait. Elle s'est aperçue que malgré cela, le déroulement de la séance n'a pas été marqué par les incidents qu'elle redoutait.

L'un des élèves, qu'elle qualifié d' « hyper nerveux » a rencontré un problème de souris. L'enseignante nous a confié l'inquiétude qu'elle a eue par rapport à cet incident et son étonnement vis-à-vis du comportement calme de l'élève :

> « […] j'ai constaté que mon hyper nerveux, s'il n'avait pas eu ce problème de souris, il aurait réagi de façon complètement différente de ce qu'il fait d'habitude au papier-crayon, parce que c'est toujours très sale très violent, très approximatif et mal dessiné, qu'en là il était heureux d'avoir des jolis dessins sur son écran. […] Parce que l'élève qui m'inquiétait le plus, c'était celui qui se trouvait tout seul avec sa souris qui marchait mal. Parce que je craignais qu'il fasse absolument n'importe quoi, et en fait non. »

Le fait que certains élèves ont travaillé à deux a montré que malgré leurs relations difficiles, ils sont arrivés à s'entendre et se sont aidés :

> « De la même façon une autre des élèves a dit à sa copine et ça je l'ai intercepté « c'est bien quand on est deux », mais ça c'est une donnée qui m'avait complètement échappé une autre fois où j'étais venue avec une sixième beaucoup plus habile, parce qu'être deux c'était systématiquement faire l'imbécile, alors que là, pas du tout, ils ont vraiment cherché à s'aider.
>
> Donc une autre fois, je les mettrai certainement d'autorité par deux, en choisissant les paires de façon à ce qu'ils s'aident réellement les un les autres. Parce que sur le premier groupe de garçon qui était là, y'en a un des deux qui sait pas lire du tout, il sait pas lire. Euh, il ne peut rien faire si tu veux tout seul, c'est sûr, […] Donc, ces élèves-là ont vraiment besoin d'être deux pour se débrouiller. »

Concernant les tâches de création, les élèves ont effectué des tracés au jugé auxquels nous nous attendions a priori :

> « […] la droite qui passait par deux point, ça ne se fait pas à l'écran, fin, sur ordinateur dans les conditions où ça se fait sur le papier. C'est-à-dire qu'ils ont vraiment, ça se voyait très bien, ils ont complètement transposé leur technique papier-crayon, à savoir « j'ai mon papier, j'ai ma souris, mon pointeur, sur le point je trace » ils se sont pas aperçus que ce n'était pas les critères de traçage ou les critères de construction de logiciel si tu veux. »

Tout au long du travail sur la fiche l'enseignante a donné des explications et fait des monstrations avec le logiciel afin que les élèves découvrent les fonctionnalités des primitives du logiciel. Elle s'est rendue compte que les tâches proposées posaient aux élèves des difficultés de réalisation et prenaient du temps. Dans l'analyse a priori, nous avons montré

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

que ces difficultés viennent principalement des contraintes différentes de l'environnement informatique par rapport au papier-crayon. Elle semble être consciente de cette différence, mais elle ne considère pas particulièrement intéressant que les élèves y soient confrontés, comme le montre les "solutions" qu'elle propose face à ces difficultés. Il s'agit d'abord de l'usage du video-projecteur qui lui a manqué lors de la séance :

> « […] la droite qui passait par deux points, ça ne se fait pas à l'écran, fin, sur ordinateur dans les conditions où ça se fait sur le papier. C'est-à-dire qu'ils ont vraiment, ça se voyait très bien, ils ont complètement transposé leur technique papier-crayon, à savoir « j'ai mon papier, j'ai ma souris, mon pointeur, sur le point je trace » ils se sont pas aperçus que ce n'était pas les critères de traçage ou les critères de construction de logiciel si tu veux. Alors il est certain que les exercices que moi j'avais imaginés, en fait étaient trop compliqués. J'avais imaginé que je pourrai les guider, ça les aurait sûrement aidé si je l'avais fait à l'écran avec eux. »

Il s'agit ensuite de la possibilité d'utiliser un autre logiciel (L'Atelier de la géométrie) dont l'ergonomie lui semble plus adéquate :

> « Alors la question que je me pose c'est de savoir si le logiciel par exemple, 'l'Atelier de géométrie' avec des icônes qui sont plus précises et qui sont plus proches des outils de l'environnement papier, est-ce que un logiciel comme celui-là, ne serait pas plus facile d'accès à ces élèves qui savent si mal lire, c'est possible. »

Elle prévoit pour finir différents types de travail qui pourraient améliorer le déroulement des séances en salle informatique. Par exemple sur une classe de 30, 15 élèves travaillant individuellement sur un poste et 15 autres en papier/crayon lui paraissent une organisation adéquate.

Brune centre ainsi son attention sur les conditions qui permettraient d'améliorer le fonctionnement des séances, indépendamment de la conception des tâches. Elle manifeste cependant a posteriori une prise de conscience de certaines spécificités de l'environnement GD et du fait que les élèves n'y accèdent pas spontanément :

> « […] par exemple Cyril qui était le plus habile, mais quand je fais bouger, qu'est-ce qui se passe, il se passe rien, il se passe rien, c'est-à-dire que même pour lui le fait que les droites restent perpendiculaires comme il l'a prescrit ça n'est même pas source d'étonnement et à l'inverse les deux-là qui avaient des droites perpendiculaires, quand l'une était bien horizontale et l'autre bien verticale dans l'écran, tu bouges l'une des deux droites, donc l'autre ne bouge pas, ben si ça bouge il se passe rien non plus. »

Conclusion

Bien que dans la séance l'enseignante ait prévu d'utiliser un ordinateur relié à un vidéo-projecteur, elle a été contrainte à n'en pas faire usage à cause du non-fonctionnement du réseau informatique. A cause d'autres problèmes matériels, elle a dû placer certains élèves en

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

binôme. Ces deux éléments matériels que l'enseignante considérait comme très importants dans sa préparation ne sont pas réalisés et donc l'enseignante a du modifier l'organisation pédagogique qu'elle avait prévue.

Les problèmes techniques rencontrés ont affecté tout le projet de l'enseignante. L'absence de guidage par vidéo-projecteur a engendré des difficultés d'ordre manipulation du logiciel, création des objets, gestion des élèves et du temps. L'enseignante a essayé de compenser l'absence du vidéo-projecteur par une activité assez intense qui semble difficile à être exercée longtemps de façon continue. Son intérêt personnel vis-à-vis de ce dispositif comme une contribution au confort de pratiques dans l'enseignement a ainsi été mis entre parenthèses.

Malgré tous les facteurs perturbateurs, dans le post-entretien l'enseignante a fait un retour critique très positif tant sur le plan de l'utilisation du logiciel que tant sur le plan du travail en binôme des élèves. L'aspect visuel et la productivité qu'offre le logiciel ont favorisé une motivation chez certains élèves. Par exemple, l'enseignante a également observé un comportement positif chez ses élèves en binôme : les élèves s'aident.

Les interventions relatives aux tâches ont été en premier temps limitées au choix d'une primitive du logiciel. Les sollicitations des élèves ont montré que l'utilisation du logiciel ne se résume pas à cette seule contrainte et que les gestes divers ont une importance dans une manipulation réussie. L'enseignante, comme le nécessite une séance d'initiation à un logiciel, a accompagné les élèves en difficulté dans la réalisation des tâches et la manipulation de base du logiciel.

Quant aux tâches préparées, qui mettent en jeu la création ou le déplacement, l'enseignante s'est rendue compte que malgré la familiarité des élèves avec le thème mathématique, elles étaient assez difficiles à réaliser dans un "nouvel" environnement Cabri, surtout lors d'une séance d'initiation et dans le temps prévu. Elle s'est questionnée pour apporter des améliorations à sa pratique en mesurant bien la particularité des tâches et le temps nécessaire.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Conclusion : potentialités et réalité des usages chez Brune

Nous avions décrit cette enseignante comme « **Brune la vigilante ».** Ayant eu une expérience négative du travail en salle informatique (méconnaissance dans la gestion informatique, connaissance meilleure des élèves en utilisation d'un système informatique, difficultés relationnelles des élèves pour un travail en binôme…), elle préfère utiliser le vidéo-projecteur dans une salle de cours. Elle souhaite aussi privilégier une pratique des élèves en environnement papier crayon. La séance observée correspond à son désir de tenter à nouveau d'aller en salle informatique, les conditions nécessaires à une bonne conduite de la séance étant supposées réunies.

Partons des potentialités de la GD/TICE exprimées par Brune lors du premier entretien :

- Graphisme, exactitude de tracés
- Déplacement, multitude de configurations
- Déplacement, visualisation des propriétés géométriques
- Apport à l'enseignement habituel
- Meilleure gestion de la classe
- Confort personnel

Les 4 premières potentialités découlent directement des fonctionnalités de la GD. Les 2 dernières sont liées à l'activité de l'enseignante en classe et découlent de potentialités plus générales de la technologie.

Parmi les conditions qu'elle s'impose pour que ces potentialités s'actualisent, figurent des contraintes sur les tâches : elles ne doivent pas porter sur des contenus nouveaux et être transposées de tâches familières aux élèves en papier crayon. Bien qu'il s'agisse pour les élèves d'une séance d'initiation au logiciel, la fiche de travail couvre un nombre important de tâches. L'analyse a priori montre que chaque tâche implique des gestes non triviaux dans l'environnement et que donc, il est peu probable que les élèves puissent « tout faire dans l'heure ». L'observation le confirme : moins de la moitié des tâches prévues sont accomplies par les élèves dans la séance.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Des tâches de création, coûteuses en temps, précèdent des tâches de déplacement, par exemple la recherche de configurations particulières. Implicitement, l'enseignante considère néanmoins ces tâches de création comme devant être accomplies rapidement. Dans son discours, elle valorise les potentialités liées au déplacement, mais, dans les tâches qu'elle propose, elle considère de façon implicite une potentialité de « rapidité de tracé et des actions » qui ne s'actualise pas dans la séance.

Nous avons vu que Brune redoute les difficultés d'une pratique en salle informatique qui conduiraient à ce que non seulement les potentialités de meilleure gestion de la classe et de confort personnel ne s'actualisent pas, mais aussi que ces conditions se trouvent aggravées. Elle pense que l'actualisation de ces potentialités suppose une vigilance particulière quant aux conditions de mise en œuvre. C'est pourquoi elle a prévu une organisation des élèves en salle informatique assistée par vidéo-projecteur. Elle prévoit donc de pouvoir exercer un guidage fort, qui, en plus d'une meilleure gestion de classe et d'un meilleur confort, doit permettre de gagner du temps sur les tâches de création.

Elle reconnaît a posteriori que même sans ces conditions, la gestion reste possible et donc qu'une certaine souplesse est possible, même si la situation a été moins confortable que prévu. En travaillant à deux sur certains postes, et sans le guidage du video-projecteur, les élèves ont passé beaucoup plus de temps sur les tâches de création que ce que l'enseignante avait prévu. Pour autant, ce n'est pas du temps perdu car ils se sont ainsi confrontés de façon plus ou moins autonome et en s'aidant dans les binômes, aux contraintes de la GD et à la différence avec le papier-crayon.

Brune a pris conscience de ces contraintes et différences, mais sans doute pas de l'intérêt que les élèves pourraient avoir à les rencontrer dans leur conceptualisation de la géométrie. En effet, elle continue de penser qu'un guidage à l'aide du video-projecteur serait un bon moyen de passer vite sur ces difficultés, ou que l'on pourrait utiliser un autre environnement qu'elle voit plus proche du papier-crayon.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Quatrième Partie

GD au service de l'enseignement

Introduction

Chapitre IX : La séance Bruno-5-I : « inégalité triangulaire »

Conclusion : potentialités et réalité des usages chez Bruno

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Introduction

Cette partie inclut la présentation de l'enseignant et l'analyse d'une séance.

Il s'agit d'une observation dans une classe de 5e. L'enseignant choisit d'utiliser un ordinateur relié à un vidéo-projecteur pour un enseignement en salle de classe. L'enseignement consiste à introduire le thème « inégalité triangulaire ».

La séance a eu lieu en début janvier 2003.

Notre recueil de données comprend des notes d'un court entretien juste avant et après la séance, la situation mathématique proposée aux élèves et la transcription de la séance effective à partir d'enregistrement audio.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Chapitre IX

L'observation de Bruno

1. Bruno le « fan du vidéo-projecteur »

Il exerce le métier d'enseignant depuis 10 ans. Il fait partie du groupe de travail « Itinéraire de découverte » de l'IREM de Paris 7. Plus jeune que les enseignants précédents, il a fait connaissance avec l'informatique avant de commencer à enseigner. Il n'a suivi aucune formation concernant l'utilisation de l'ordinateur en classe, mais pendant huit ans il a fait l'usage de l'ordinateur dans son enseignement des mathématiques. Deux usages différents ont été faits : durant les premières quatre années il s'agissait d'un travail en salle informatique, un élève par ordinateur, alors que les quatre années suivantes il a utilisé un vidéo-projecteur en classe :

> « C'est deux utilisations radicalement différentes, dans le premier cas, j'étais avec les élèves en salle informatique, où c'était un élève par ordinateur, alors que là c'est un ordinateur pour la classe entière. » [37]

Pendant ces pratiques il a utilisé les logiciels Geoplan et Geospace qui sont des logiciels de GD.

Il enseigne dans trois classes de 6e, une classe de 5e et une autre classe de 4e. Il nous a informé que ses élèves sont déjà habitués à cet usage.

Cet enseignant explicite son intérêt d'utiliser la GD en trois mots :

- Déplacement offrant la visualisation des propriétés géométriques :

[37] A l'occasion d'un entretien ultérieur nous avons obtenu des renseignements supplémentaires relatifs à ce changement de pratique. Bruno exprime ainsi ses difficultés en salle informatique :

> « […] je ne suis pas suffisamment à l'aise dans la gestion du réseau informatique, il y a quand-même de nombreux appareils qui tombent en panne, euh, je n'ai pas d'habitude encore de la salle et à ce moment-là il aurait fallu que je prépare ce genre de séance par d'autres activités pour que les élèves apprennent à gérer les différents logiciels. Geoplan et Geospace, à mon avis ça fait beaucoup. Peut-être pour un rendement qui ne sera pas aussi rapide, euh, à ce moment-là il faudrait beaucoup plus de feuille, des feuilles guidées, des TD, oui c'est faisable, je suis tout à fait d'accord. Euh, actuellement je suis un peu au stade dans l'utilisation de l'outil où c'est le professeur qui l'utilise. Peut-être que dans deux trois ans où je serai un peu plus à l'aise en informatique, ce seront les élèves qui travaillent. »

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

« Il est multiple *(l'intérêt)*. Ça permet d'avoir une activité dynamique. Celle que j'utilise dans la démonstration de Pythagore, il y a un ensemble de figures pour montrer que les aires de triangles sont conservées, et je déplace un point… *(inaudible)*, c'est l'aspect visuel actif de la chose. »

- Rapidité (facilité d'obtention de mesure des longueurs) :

  « Le deuxième aspect, c'est tout ce qui est mesure. Par exemple pour Thalès, la figure est donnée, on voit tout de suite des longueurs qui sont affichées, les élèves après calculent les rapports... »

- Richesse de tracés :

  « L'autre aspect, c'est la variété des figures, par exemple pour le cercle circonscrit, les droites qu'on va faire dans le triangle. »

Résumons ci-dessous le profil de Bruno :

Bruno le « fan » du vidéo-projecteur : l'usage du vidéo-projecteur fait partie depuis plusieurs années de ses pratiques habituelles en classe. Il a opté pour cela après quelques années d'expérience en salle informatique. Les problèmes liés au réseau informatique, les pannes matérielles, les contraintes de préparation de tâches spécifiques aux logiciels et les nécessité de familiarisation des élèves avec les dispositifs informatiques ont poussé Bruno à privilégier l'usage d'un vidéo-projecteur avec lequel il se sent plus à l'aise et efficace.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

2. La séance Bruno-5-I : « inégalité triangulaire »

2.1. Présentation de la séance

2.1.1. Spécificités de la classe

C'est une classe de 5e sans particularité dont l'effectif est de 28 élèves. Le niveau des élèves est moyen (« normal »).

2.1.2. L'objectif "déclaré" de l'enseignant

L'objectif "déclaré" de l'enseignant est d'introduire le thème « inégalité triangulaire » à l'aide d'une *« situation mathématique »* articulant papier-crayon et Geoplan qu'il a préparée. Cette inégalité est étudiée pour elle-même plutôt que comme un outil pour résoudre des problèmes.

Plus précisément, il s'agit de mettre en évidence la double inégalité :

a, b et c étant les longueurs de trois côtés d'un triangle, on a : $a - c < b < a + c$,

à partir du problème suivant :

a et b étant donnés, quelles valeurs peut prendre c ?

2.1.3. Organisation matérielle

L'enseignant a à sa disposition le tableau et un ordinateur avec le logiciel Geoplan relié à un vidéo-projecteur. Chacun des élèves dispose d'une feuille de brouillon, d'une feuille A4 à diviser en cinq et des instruments traditionnels de géométrie. Nous analyserons dans le bilan de la séance comment cette organisation crée des espaces de travail ayant des rôles spécifiques.

La séance est prévue en plusieurs phases et étapes articulant papier-crayon et Geoplan. L'utilisation de Geoplan est prévue après ou parallèlement à un travail des élèves en papier-crayon.

2.2. Observation de la séance effective

La séance commence par la correction d'un exercice relatif au cours précédent. Notre observation porte sur les 40 minutes suivantes. Nous considérons trois phases : une phase de

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

« mise en place du travail », suivie d'une phase « centrale » et d'une phase de « conclusion et de généralisation ».

La première phase est une première exploration du problème, où l'enseignant attend que les élèves réinvestissent l'utilisation du compas pour la construction d'un triangle dont les longueurs des côtés sont données puis reprend sur l'ordinateur la construction avec deux cercles dont un est de rayon variable. La phase centrale constitue une étude des différents cas de figure avec la construction par les élèves sur une feuille A4, la réalisation par l'enseignant en parallèle sur l'ordinateur et l'écriture d'un résultat au tableau sous la forme « si r… alors… ».

La phase de conclusion et de généralisation a pour objet de rassembler les résultats obtenus dans les différents cas de figure et d'arriver à l'écriture de l'inégalité triangulaire.

2.2.1. Installation et consignes

L'enseignant distribue une feuille A4 à chaque élève et demande de la partager en 5 parties égales de façon à obtenir un tableau d'une colonne et cinq lignes avec un espace entre lignes de 6 cm. Les élèves sont autorisés à utiliser des instruments géométriques habituels comme la règle, le compas, l'équerre, etc.

L'enseignant allume le vidéo-projecteur et projette un fichier Geoplan vierge. Il crée un segment [AB] et un point M sur la droite AB.

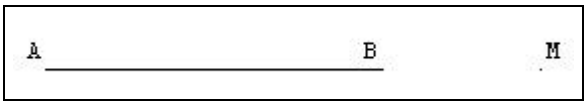


Figure 42 : figure initiale sur Geoplan

Il annonce aux élèves l'énoncé et écrit en même temps au tableau un résumé (00'00'') :

Bruno : il s'agit d'arriver à construire un triangle, sachant que le coté AB mesure 5 cm et on donne comme autre information, AC égale 3 cm. On ne donne pas la longueur BC. Quelle est la longueur possible pour le segment [BC] et de façon que ce triangle existe ?

A _____ B
5cm
AC = 3cm
BC = ?

Tableau noir 1

L'enseignant précise le travail à faire (00'56'') :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Bruno : alors, ce que vous allez faire, c'est prendre une feuille de brouillon en plus de cette feuille blanche et essayer de me construire un triangle ABC vérifiant les deux conditions AB = 5, AC = 3 cm, BC de laisser au hasard.

2.2.2. Travail des élèves et interventions de l'enseignant

a) La phase de mise en place du travail (phase 1)

Etape 1.1 : recherche de solution en papier-crayon

Comme nous l'avons dit, le but de l'enseignant est de faire prendre conscience aux élèves de conditions sur le troisième côté pour que la construction d'un triangle connaissant les longueurs de deux de ses côtés soit réalisable. Pour cela, il pense s'appuyer sur la technique de construction d'un triangle connaissant les longueurs des trois côtés supposée connue des élèves.

Il faut en fait à l'enseignant réactiver cette technique, notamment le rôle du compas en lien avec la notion de cercle comme lieu des positions possibles du point C. En passant dans les rangs, il annonce les diverses productions faites en classe et s'en sert pour informer les élèves sur le "bon usage" après 2 min du travail des élèves (03'29'') :

Bruno : Ah, je vois enfin l'instrument utile ! Un compas… Où sera exactement placé le point C ? Beaucoup de possibilités. Par contre, ça, vous l'avez pas utilisé, sauf vous, et encore pas de la bonne manière. C'est effectivement lié à un cercle. Le point A vous le connaissez, le point C vous savez qu'il est à 3 cm du point A. Combien y a-t-il de manières possibles pour placer un point C à 3 cm du point A ? Et ces pleine de manières comme vous dites où est-ce qu'elles sont ?
E : Sur l'arc de cercle.
Bruno : Sur le ?
E : Sur l'arc de cercle.
Bruno : Plus qu'un arc de cercle.
E : Sur le cercle.
Bruno : Le cercle de centre ?
Es : A.
Bruno : A de rayon ?
Es : 3cm.

Il semble que cette réactivation soit pour l'enseignant un résultat suffisant du travail au brouillon et du dialogue qui l'accompagne car il passe à l'ordinateur sans que la question soit abordée par les élèves des conditions pour que la réalisation du triangle soit possible.

Etape 1.2 : création d'une figure sur Geoplan

Les menus de Geoplan défilent et l'enseignant fait la création, en énonçant les entrées qu'il choisit dans les menus (04'35'') :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

> **Bruno :** Bon, je vais tracer à l'écran le cercle de centre A de rayon 3 cm. Donc je prends en 'Créer', 'Ligne', on me propose 'Cercle', 'défini par un centre et un rayon'. Donc, « nom du centre », point A, « rayon » 5, « nom du cercle », on va mettre petit c, et le voilà !

Il met ainsi l'accent sur le cercle comme lieu du troisième point. Ainsi, la question de la possibilité de réaliser la figure, posée initialement à partir des longueurs des côtés, est maintenant posée à partir des positions relatives des deux cercles. Avec le logiciel, le rayon du cercle de centre B apparaît comme la variable qui contrôle l'existence du triangle.

Cette variable est d'abord particularisée à 2 suite à la proposition d'un élève (07'42'') :

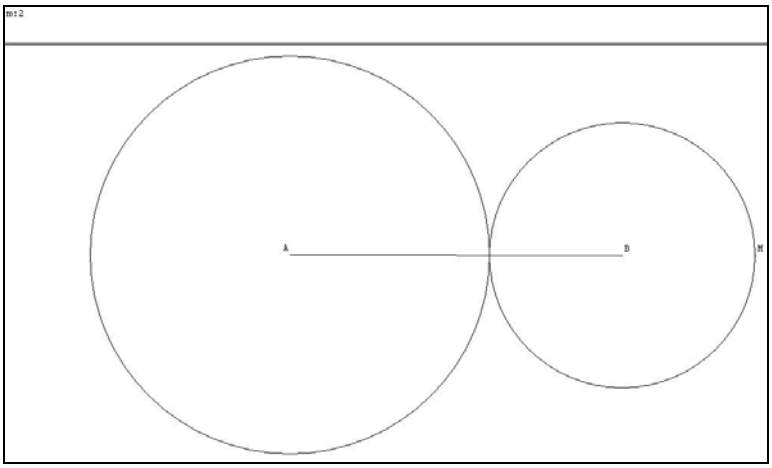


Figure 43

Dans cette figure il s'agit d'un cas particulier : « le triangle aplati ». L'enseignant interroge les élèves sur le fait qu'il y ait une intersection entre les deux cercles. Sans rentrer dans les détails sur le triangle aplati, il crée les points d'intersection I, J de deux cercles puis le triangle AIB. Ce triangle est le "substitut" du triangle ABC demandé dans l'énoncé initial. Les points M, I et J sont des éléments nouveaux. De ce point de vue, l'enseignant est ainsi confronté à assumer un rôle important dans le passage informatique/papier-crayon.

Le coloriage du triangle semble, à l'observation, jouer un rôle important pour l'enseignant. Il passe un moment à ce coloriage, car il rencontre un problème inattendu : seuls les côtés se colorent, alors qu'il voudrait mettre la surface du triangle en couleur de façon à faciliter la visualisation par les élèves. Il n'y arrive pas (il ne s'agit pas ici d'un bogue) et abandonne pour ne pas perdre trop de temps (08'49'') :

> **Bruno :** […] pour mieux visualiser encore, euh, je vais appeler en bleu les lignes du triangle, on va les mettre en bleu clair, est-ce que ça va marcher ? Oui, euh… Vous voyez pas ? Vous voulez bleu foncé ?
>
> **E :** non, oui c'est mieux.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

> **Bruno :** non, ce que je voulais faire, ah non, ça marche pas sur celui-là ! Bon, et ben tant pis ! Euh, je voulais entrer…, je voulais le mettre en surface. Euh, bon, euh ben tant pis, on va ceci garder comme ça.

Quelques minutes plus tard, l'enseignant reprend l'idée du coloriage et cette fois-ci il réussit à colorier la surface du triangle, ainsi au total il aurait y passé près de 2 min. Voici la figure obtenue (11'55'') :

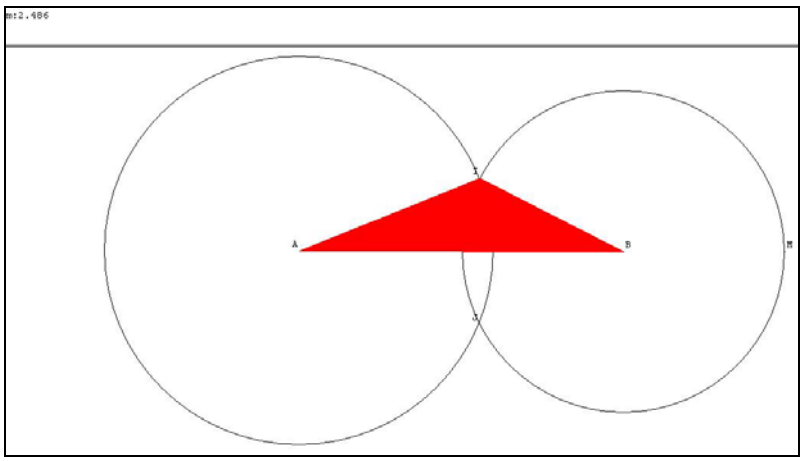


Figure 44

Dans la suite, toute la discussion sera faite en fonction du rayon r. Sur l'écran de Geoplan, ce rayon est égal à la longueur BM et donc l'enseignant peut lui donner différentes valeurs en déplaçant M sur la droite (AB).

b) La phase centrale

Les cinq étapes de cette phase correspondent aux différents ensembles de valeur possible de r : [0 ; 2[, {2},]2 ; 8[, {8},]8, infini[. L'activation du logiciel par l'enseignant sert à bien marquer les limites des ensembles. Les ensembles sont ainsi déterminés par le dialogue enseignant-élèves tout en entérinant la progression voulue par l'enseignant. Parallèlement, dans ces étapes, les élèves ont à faire une construction correspondant à une valeur de r dans l'ensemble. A la différence de la construction au brouillon dans la phase précédente, cette construction a valeur d'institutionnalisation (garder trace d'une configuration en lien avec un ensemble de valeurs).

Etape 2.1 : le cas r < 2

Remarquons que l'enseignant lance la première étape en demandant de déterminer les valeurs de r pour lesquelles le triangle n'existe pas et la conclue avec le seul cas r < 2, alors même que des élèves ont entrevu un autre cas qui sera traité seulement à la dernière étape de cette phase (11'55'') :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

> **Bruno :** […] Vous me déduisez à partir de quel moment on a un triangle et à partir de quel moment on n'a plus de triangle !
> **E :** Ben quand ça dépasse le cercle.
> **Bruno :** Quand ça dépasse le cercle, c'est-à-dire quand le rayon de quel cercle est plus grand que quoi ? *(Propos d'élèves inaudibles)*
> **E :** Je crois quand il y a plus d'intersection en fait.

Les élèves doivent faire leur première construction sur la feuille A4, à la première bande : un segment [AB] de longueur 5 cm, un cercle de centre A et de rayon 3 cm. L'agencement de la figure pose problème pour certains élèves qui n'anticipent pas la position du segment dans la partie de la feuille (d'une hauteur de 6 cm).

L'enseignant demande aux élèves d'effectuer la suite de la construction (13'53'') : « […] Et vous tracez un cercle de telle manière qu'il n'y ait pas d'intersection entre les deux cercles. […] Bon, première situation, quel doit être le rayon de centre B pour qu'il n'y ait pas d'intersection ? ». La solution est fournie suite à un échange enseignant/élèves. L'enseignant écrit au tableau (15'35'') :

si r < 2 pas de triangle

Tableau noir 2

L'enseignant illustre ce cas sur le logiciel en déplaçant le point M et faisant varier le rayon r pendant 37 sec.

Etape 2.2 : le cas r = 2

Suite à l'illustration du cas r < 2, l'enseignant passe au cas r = 2 sur le logiciel. Il essaie d'obtenir la mesure exacte, à cause de la décimalisation cela prend quelques secondes (23 sec). Bruno avait choisit trois chiffres dans la partie décimale de la mesure. Car avec un seul décimal la mesure obtenue serait susceptible de générer une anomalie entre le visuel et le réel. Cependant, avec un choix de plusieurs décimaux, l'obtention d'une précision dans la mesure est difficile.

L'existence du triangle plat est brièvement abordée. Les élèves doivent maintenant retracer sur la deuxième bande le cercle de centre A et de rayon 3 cm, un autre cercle de rayon 2 cm. L'écriture au tableau se poursuit (17'42'') :

si r = 2 un triangle plat

Tableau noir 3

Il est demandé aux élèves de noter les bilans écrits au tableau sur la feuille à droite du dessin. L'enseignant nous confie la difficulté des élèves à agencer le dessin dans la cellule qu'il

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

n'avait pas anticipé (19'30'') : « Si je devais refaire cette activité, je mettrais les feuilles avec les segments [AB] déjà tracés. Ils n'arrivent pas à les placer correctement sur la feuille ».

Etape 2.3 : le cas 2 < r < 8

L'enseignant passe directement à l'illustration du cas 2 < r avec le logiciel (38 sec) et pose d'abord la question suivante (20'20'') : « […] Le rayon est plus grand que ?… Maintenant le rayon a grandi, on est passé au-delà de 2 cm. Combien y a t-il de triangles ? ».

La réponse est tout de suite donnée par un élève. Voici la suite des échanges sans l'intervention du logiciel (21'05'') :

Bruno : Deux triangles, AIB et AJB. Vous reproduisez la situation et j'aimerais bien que vous me disiez, le rayon, je peux le prendre entre quelle valeur et quelle valeur ? Quelle est la plus petite valeur que je peux prendre et quelle est la plus grande ? Alors, la plus petite c'est 2 et on est au-dessus de 2, mais la plus grande ?
Es : *(Inaudible)* Il y'en a pas.
Bruno : Pour vous il y en a pas.
E : Si, parce que…
E : Il faut que ça soit entre 2 et 5.
Bruno : Entre 2 et 5 ?
E : Non, mais non…
Bruno : Ben on va voir.

Un élève, additionne la longueur de deux données existantes (3 + 2 = 5) pour trouver la plus grande valeur de r pour laquelle le triangle existe. La bonne réponse n'ayant pas obtenue, l'enseignant fait intervenir le logiciel pour étudier ce cas. Lors du déplacement du point M l'enseignant attire l'attention sur la nature d'un triangle obtenu (triangle rectangle).

Une fois arrivé à r = 8, les élèves concluent qu'il n'y a plus de triangle, donc l'enseignant ajoute au tableau le bilan suivant (23'04'') :

si 2 < r < 8 deux triangles ABI et ABJ

Tableau noir 4

Il est attendu que les élèves complètent leur feuille avec cette étude de cas. Cette fois-ci, l'enseignant leur demande de faire les constructions avec les données disponibles à l'écran ou en substituant les points I et J au point C (23'10'') :

Bruno : le rayon doit être compris entre 2 et 8. Lorsque le rayon est plus grand que 2 et plus petit que 8, deux triangles sont dessinés. Alors vous allez les nommer comme c'est au tableau, ABI et ABJ. Autrement dit en fait pour le point C, on a deux possibilités, soit on le met en I, soit on le met en J. *Vous avez pris du retard vous, dépêchez-vous. Alors vous choisissez le rayon que vous voulez […].

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Par déplacement du point M, l'enseignant souligne la possibilité d'obtenir des triangles de différente nature : triangle isocèle, triangle rectangle (en I, en A), triangle avec l'angle en A aigu, obtus.

Etapes 2.4 et 2.5 : les cas r = 8 et r > 8

L'illustration des cas de figures se poursuit avec le cas où il n'y a plus de triangle (r = 8). L'enseignant se rend compte qu'il a sauté une étape. Alors il essaie de s'approcher le plus possible de la mesure r = 8. Il rencontre en effet à nouveau un problème lié à la décimalisation et laisse la mesure à r = 8, 012 (25'21'') :

> **Bruno :** Voilà ! Quand c'est égal exactement à 8 je vais essayer de me rapprocher autant que possible, c'est celle-ci et j'arrive pas parce que j'ai pas le bon, euh, le bon pas. Il doit y avoir un zoom ou j'sais pas quoi, voilà, j'ai pas la possibilité, à 12 millième, j'arrive pas. Bien, dans cette position-là, qu'est-ce qui se passe ?

Les bilans sont écrits au tableau et les élèves sont informés qu'il s'agissait des derniers cas d'étude (26'04'') :

si r = 8 un triangle plat
si 8 < r pas de triangle

Tableau noir 5

L'enseignant intervient à nouveau avec le logiciel pour illustrer rapidement les deux cas pour aider les élèves. Suite à une question, l'enseignant attire l'attention sur le fait que M existe à l'écran, mais pas sur la feuille (29'19'') :

> **Bruno :** […] Ben, pourquoi est-ce qu'il y a 8 ? Vous avez AB qui mesure 5 et AM qui mesure 3, donc 5 et 3, 8 ! M, c'était le point qui me permettait d'agrandir le cercle et d'avoir un rayon variable, vous aurez remarqué que le point M se déplace toujours sur la droite AB. C'est juste un artifice de construction lié à l'utilisation d'ordinateur. Le point M pour vous n'existe pas, c'est pas un problème.

La difficulté posée à l'élève par l'existence du point M à l'écran semble transparente pour l'enseignant.

c) La phase de conclusion et de généralisation (phase 3)

Il s'agit dans cette phase de rassembler dans une seule propriété géométrique les 5 cas vus précédemment. L'enseignant tente de préparer l'écriture de l'inégalité triangulaire par une réflexion sur les longueurs 2 cm et 8 cm (30'02'') : « Bien, alors maintenant, il va falloir réfléchir et se demander, pourquoi 2 cm, pourquoi 8 cm ? ».

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Les élèves n'apportent pas de réponses à cette question. Pour faire réfléchir les élèves, l'enseignant déplace le point M à l'écran de façon à obtenir un triangle et repose la même question. Voici un extrait des échanges (31'49''-35'25'') :

> **Bruno :** […] Bon, alors maintenant, je remets la construction dans le cas où on avait tous les côtés tracés, nos triangles existent. Alors j'aimerais bien maintenant que vous vous interrogiez sur d'où vient ce 2, d'où vient ce 8 ? Je vous rappelle que la longueur AB est de 5 cm et que la longueur AC était de 3 cm. *(Propos d'élève inaudibles)* Bon, autrement dit, le rayon qui est là, ce petit r, qui correspondait au rayon du cercle de centre B, d'accord, correspond à quel côté du triangle ? Dans le triangle ABC que l'on cherchait, où se trouve le point C ici ?
>
> **E :** Ben, en J ou en I.
>
> **Bruno :** En I ou en J, d'accord ? Remplacez le I ici par C, qu'est-ce que vous pouvez dire de la longueur BC ici ? Elle correspond à quelle figure dans ce dessin-là ? BC, ça correspond à quoi, c'est lié à quelle figure ce segment ? BC. Ça correspond à BI, et BI qu'est-ce que ça représente, c'est lié à quelle figure géométrique particulière, ici ? ….Quoi, le triangle ? Mais ce côté du triangle, est aussi quelque chose de particulier.
>
> **E :** Ben, symétrique !
>
> **Bruno :** Non, c'est pas une question de symétrie, c'est pas la base. Qu'est-ce que vous avez tracé avec votre compas ?
>
> **E :** Les arcs de cercle.
>
> **Bruno :** Les arcs de cercle.
>
> **E :** C'est une extrémité du cercle.
>
> **Bruno :** Le point I c'est une extrémité du cercle, c'est un point du cercle, je préférais c'est un rayon, voilà, c'est le r qui est là, le petit r c'est BI, c'est BC, c'est le r qui est là. Donc, à partir de quel moment est-ce que votre triangle existe véritablement, lorsque le rayon ou lorsque le côté est compris entre 2 et 8. Ce 2 d'où est-ce qu'il vient ? Vous l'aviez dit tout à l'heure Laura, 5 moins 3, la différence des deux côtés qui sont connus, et le 8 c'est la somme, 5 plus 3. Autrement dit, mon triangle existe, lorsque le troisième côté est compris entre la différence et la somme des deux côtés que je connais déjà. Si c'est plus petit, ça n'existe pas, fin mon triangle n'existe pas, si c'est trop grand, mon triangle n'existe pas. On le note ?

L'enseignant invite ensuite les élèves à noter le résultat dans la rangée relative à l'étape 2.3. Voici ce qu'il rajoute au tableau (37'04'') :

si 2 < r < 8 deux triangles ABI ABJ
r correspond au coté [BC]
on a 5-3 < BC < 5+3

Tableau noir 6

L'enseignant doit encore réinterpréter ce qu'il vient de marquer au tableau, donc il continue en écrivant en rouge la propriété de l'inégalité triangulaire au tableau (37'16'') : « […] Le 5 c'est la longueur AB, et le 3 c'est quelle longueur ? Rayon du cercle de centre A, ça correspond donc à la longueur AC. […] ».

$$AB - AC < BC < AB + AC$$

Tableau noir 7

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Les extraits que nous venons de citer montrent la difficulté du passage des cas étudiés à l'écriture générale de l'inégalité triangulaire. Il semble que pour l'enseignant ce passage est transparent, ce que le dialogue dément. Les élèves semblent assez désorientés ayant notamment des difficultés à faire le lien entre le point C qui est le troisième point du triangle à tracer et les points I et J qui marquent les deux possibilités dans les cas où le triangle existe. Les positions limites (r = 2 et r = 8) n'apparaissent pas facilement aux élèves comme liées géométriquement aux valeurs des longueurs des côtés. Plutôt que d'insister sur les relations géométriques (AB = AC + BC ou BC = AB + AC), l'enseignant "rabat" la question sur des relations arithmétiques (2 = 5 - 3, 8 = 5 + 3).

Pour finir, l'enseignant résume ce qu'ils ont fait durant la séance. A l'aide du logiciel il parvient à montrer tous les cas possibles sur le dessin en peu de temps (37 secondes). Il lui reste encore quelques minutes pour passer à un autre thème en papier-crayon.

2.2.3. Synthèse de l'observation

a) Utilisation du temps

Une étude chronologique nous permet d'observer la répartition du temps dans les phases et étapes distinctes de la séance. Voici d'abord un tableau récapitulatif de cette répartition :

	Phase (durée ; %)	Etape	Chronologie	Durée	%
Séance (40'55'')[38]	Installation et consignes (01'22'' ; 3,35 %)		00'00''-01'22''	01'22''	3,35 %
	Phase de mise en place du travail (10'33'' ; 25,87 %)	1.1	01'22''-04'35''	03'13''	7,89 %
		1.2	04'35''-11'55''	07'20''	17,98 %
	Phase centrale (17'58'' ; **44,07 %**)	2.1	11'55''-16'53''	04'58''	12,18 %
		2.2	17'02''-20'20''	03'18''	8,09 %
		2.3	20'20''-24'51''	04'31''	11,07 %
		2.4/2.5	24'51''-30'02''	05'11''	12,71 %
	Phase de conclusion et de généralisation (10'53'' ; 26,69 %)		30'02''-40'55''	10'53''	26,69 %

Tableau 12 : répartition du temps dans la séance effective

L'étape 1.1 au cours de laquelle les élèves font une recherche préparatoire au brouillon constitue la seule où il y ait un peu d'« a-didacticité » s'interrompt lorsque l'enseignant s'est assuré qu'au moins une partie des élèves voit le compas comme un instrument nécessaire. Sans compter l'énoncé de la consigne, l'étape 1.1 est l'étape la plus courte en temps.

[38] Dont 15 secondes sont des moments d'attente entre certaines étapes.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

La deuxième étape de la phase de mise en place du travail qui se déroule avec l'intervention de Geoplan est considérablement longue si l'on considère chaque étape distinctement. Rappelons que l'enseignant passe près de 2 min à vouloir colorier la surface du triangle.

La phase centrale couvrant l'étude des cinq cas de figure est la plus longue des phases.

Voyons maintenant la durée d'intervention du logiciel :

Etape/phase	Objet		Chronologie	Durée
1.2	Création de la figure et manipulation		04'35''-11'55''	07'20''
2.1	r < 2		15'58''-16'35''	00'37''
2.2	r = 2		17'02''-17'25''	00'23''
2.3	2 < r		20'20''-20'58''	00'38''
	2 < r < 8		21'50''-23'04''	01'14''
	Exploration de triangles de différente nature		23'59''-24'51''	00'52''
2.4 et 2.5	r > 8		24'51''-25'09''	00'18''
	r = 8		25'21''-25'46''	00'25''
	Illustration à nouveau pour la construction des figures sur la feuille	r = 8	26'40''-26'57''	00'17''
		r > 8	28'40''-28'50''	00'10''
Phase 3	Illustration d'un cas de figure où le triangle existe		31'49''-32'10''	00'21''
	Illustration des cas étudiés		40'18''-40'55''	00'37''
Durée totale d'intervention avec le logiciel (30,86 % de la séance)				**12'35''**

Tableau 13 : utilisation du logiciel

Une comparaison de deux tableaux présentés montre que l'intervention du logiciel n'est pas très significative en temps dans la phase centrale. Excepté du temps passé à l'exploration de triangles de différente nature (52 sec), remarquons que dans l'étude de chaque cas de figure (au total cinq cas) le temps d'intervention du logiciel varie entre 18 sec et 1 min 52 sec pour une durée d'environ 3 min au total. Les restant du temps concerne les échanges enseignant/élèves et le travail des élèves en papier-crayon.

A total l'intervention du logiciel occupe tout de même un près d'un tiers du temps de la séance. Nous pouvons conclure que ce dispositif, a côté des potentialités de la GD, a offert à l'enseignant une gestion du temps en systématisant l'utilisation du logiciel et exploitant le déplacement comme « raccourci » à l'étude des cas de figures.

b) Les formes d'échanges entre élèves/enseignant

Tout au long de la séance on observe une alternance de responsabilité du travail entre les élèves et l'enseignant. L'enseignant tente d'impliquer les élèves dans le cours par des échanges questions-réponses. Il essaie de réguler le temps de façon à réaliser son projet prévu, avec un guidage très fort dans ces échanges. Il procède souvent par un questionnement comme appel à l'anticipation, à la maïeutique et à l'explicitation (il n y a aucun savoir en jeu,

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

les élèves ont à expliciter ce qu'ils ont devant eux). Dans certains cas, un appel à l'anticipation se poursuit par un questionnement maïeutique. Il nous semble que, fournir de temps en temps, au moins une partie de la réponse dans la question paraît légitime à l'enseignant. En général, il sélectionne celle qui convient le mieux à son attente parmi les réponses d'élèves.

Pendant la création d'objets sur le logiciel il explicite ses actions toujours à haute voix. Ceci semble d'être un moyen pour garder le contact avec la classe.

c) Rôle des éléments matériels

L'enseignant organise la séance de façon à ce qu'un dispositif matériel fasse avancer et vivre la situation proposée aux élèves. Les matériels utilisés ne sont pas les mêmes suivant les acteurs de la séance et déterminent pour l'enseignant et les élèves des espaces spécifiques :

Le tableau

Il correspond à un espace d' « *institutionnalisation* ». Au fur et à mesure durant la séance, l'enseignant y écrit toutes les informations relatives à la situation proposée et les bilans des cas d'étude. Ces informations et éléments de bilan sont ceux qui apparaissent au cours du dialogue et sont prises en note par l'enseignant. Les élèves doivent les compléter ou les reformuler dans la feuille qu'ils vont diviser en cinq parties.

Un ordinateur avec le logiciel Geoplan relié à un vidéo-projecteur

L'enseignant est le seul à manipuler le logiciel. Par le biais d'un vidéo-projecteur les élèves ont accès à l'écran de l'ordinateur. Ce dispositif permet une exploration des différents cas de figures par déplacement des objets à l'écran qui ne serait pas possible au tableau. Les élèves peuvent participer à l'exploration en anticipant les effets du déplacement. L'enseignant peut montrer ces différents cas de figure en insistant sur leurs caractéristiques. L'écran rétroprojeté est donc un espace d' « *expérimentation* » et d' « *ostension* ».

Une feuille de brouillon et les instruments de géométrie habituels

Dans la première « phase » du déroulement, les élèves font librement les constructions qui leur permettent de déterminer les longueurs possible pour le troisième côté du triangle (les deux premiers sont donnés) sur la feuille de brouillon et avec les instruments qu'ils jugent utiles. En ce sens, il s'agit d'un espace de recherche *« a didactique »*.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

L'enseignant attend que les élèves réinvestissent la procédure supposée connue de construction au compas d'un triangle dont les longueurs des côtés sont connues et que pour cela certains utilisent le compas, ce qui préparera la construction de cercles avec le logiciel.

Une feuille A4 à diviser en cinq

L'enseignant a prévu l'étude du dessin en cinq étapes. Les élèves doivent donc diviser la feuille A4 mise à leur disposition en cinq parties égales, et ensuite recopier dans chacune des parties une des figures étudiées. Ils doivent également y rédiger les bilans à partir des notes portées au tableau. Enfin, cette feuille comportera les éléments institutionnalisés par l'enseignant. C'est donc un espace de « *rédaction* » et d' « *institutionnalisation* ».

2.3. Regard a posteriori de l'enseignant

Les impressions de l'enseignant révèlent sa déception vis-à-vis à ces attentes a priori.

Sa première réflexion porte à un problème dû au manque d'anticipation relatif à la feuille A4 dans laquelle les élèves devaient faire des constructions des cinq cas étudiés et y noter les résultats. Le positionnement du segment à tracer dans la feuille n'étant pas précisé par l'enseignant, certains élèves ne l'ont pas suffisamment anticipé et ils ont dû refaire leur construction de façon à ne pas dépasser la zone allouée à chaque cas d'étude. L'enseignant indique la solution qui lui semble efficace :

> « C'est la première fois que je le fait, j'ai bien appris qu'il faut impérativement donner la feuille aux élèves avec segment, cercle déjà tracé. »

Le problème lié au coloriage du triangle a été interprété par l'enseignant comme un défaut du logiciel. Il explicite l'enjeu de ce coloriage. Selon lui, cela lui permet de différencier les lignes de construction de l'objet en observation. En effet « l'aspect visuel des choses » comme il le disait pendant notre première rencontre, est d'un grand intérêt à son utilisation du logiciel. Il est important de faire passer les informations aux élèves par les images.

A l'issue de la phase centrale, l'enseignant a eu du mal à introduire l'inégalité triangulaire, les élèves n'étaient pas assez productifs dans la phase de conclusion. L'enseignant lie cela à la difficulté rencontrée en générale chez les élèves et ne remet pas en cause la difficulté du passage informatique/papier-crayon pouvant être dûe à la coordination difficile des données : « Il y a toujours un problème chez les élèves : le passage du cas particulier de longueurs à un cas de cotés » :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

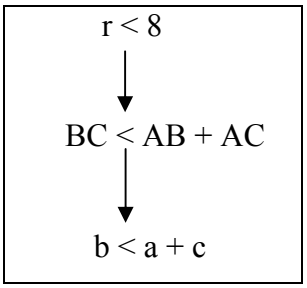


Schéma 12 : passage d'un cas particulier à un cas général

Enfin, il s'exprime sur le contenu mathématique qu'il a abordé dans la séance. Etant donné que dans les programmes de 5e on ne demande que la partie b < a + c de cette inégalité, les élèves ne seront pas interrogés sur toute la partie étudiée pendant la séance selon l'enseignant :

> « Par rapport aux programmes officiels c'est beaucoup plus ce que j'ai donné aux élèves. Dans les programmes on ne demande que ça : b < a + c. J'ai ajouté a – c < b < a + c, mais je les interrogerai sur cette partie-là. »

L'enseignant ajoute également que les élèves n'ont pas suffisamment participé au cours. Il met le comportement des élèves en relation avec le fait que leur voyage soit annulé.

Conclusion

Concernant les contenus abordés, l'enseignant déclare avoir donné aux élèves « beaucoup plus » de ce que les programmes demandent en considérant une double inégalité et les cas particuliers de triangles aplatis. Pour quelles raisons ? Nous pouvons faire l'hypothèse que l'utilisation de la GD a conduit l'enseignant à systématiser l'étude en considérant l'ensemble des valeurs possibles du troisième côté. Ces valeurs sont en effet matérialisées par la position d'un point (M) qui peut être librement déplacé sur une droite.

Après une courte phase d'activité autonome visant à poser le problème et à réactiver la construction d'un triangle au compas, le logiciel est lancé pour l'étude collective des différents cas. Le souci de l'enseignant est de couvrir les cinq cas, et le logiciel est un moyen de diriger la classe à cette fin. L'activité de l'enseignant avec le logiciel peut être vue comme une systématisation de démarches exploratoires que les élèves auraient pu mener, avec sans doute davantage de temps et d'hésitations, en papier-crayon ou avec le logiciel en utilisation individuelle.

Il est donc possible de penser que, pour l'enseignant, l'activité collective avec logiciel activé par lui-même, peut valablement se substituer à ces démarches.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Si les élèves avaient mené de façon autonome une partie de la démarche, il aurait certes été inutilement coûteux de mener toute l'étude de cette façon. Le logiciel, utilisé en collectif, apporterait donc une économie en permettant de "raccourcir" la suite de l'étude. Il la systématiserait aussi en mettant en évidence le rôle du rayon du cercle de centre B, préparant l'écriture des inégalités.

Néanmoins, pour que ce "raccourci" soit pertinent, deux variables semblent cruciales :

- Le moment où l'activité collective se substitue à l'activité individuelle : pour que l'activité collective avec le logiciel "systématisée" prenne sens, il faut qu'elle soit précédée par une activité autonome de l'élève suffisamment complète.
- L'activation du logiciel : même si l'enseignant est à la commande, l'activation peut être sous contrôle de la classe par le biais du dialogue, participant ainsi à la construction collective. Il peut être aussi sous le contrôle direct de l'enseignant, dans une démarche de « monstration ».

L'enseignant ne s'explique pas dans les entretiens sur la façon dont il positionne ces variables. Il est possible qu'il les pilote "à vue" avec deux soucis, peut-être contradictoires, de faire "participer" les élèves à la construction des différents cas et de "boucler" l'étude des cinq cas dans le cadre de la séance. Dans la séance effective, la phase introductive s'arrête dès que l'enseignant voit que certains élèves utilisent le compas. Il semble donc que la systématisation vienne avant que les élèves aient une production réelle.

Concernant l'activation du logiciel, l'initiative revient pour l'essentiel à l'enseignant.

Le rôle et le fonctionnement des éléments matériels sont un souci majeur de l'enseignant:

- le brouillon et le logiciel servent à soutenir la progression soit pour poser le problème (phase de mise en place du travail) soit pour explorer les différents cas d'étude (phase centrale) ;
- le tableau noir et la feuille A4 sont des éléments "stabilisés" qui participent à l'institutionnalisation.

Il met en avant certaines difficultés liées à ces éléments

- Le coloriage de la surface du triangle sur le logiciel : l'enseignant s'obstine à vouloir obtenir un coloriage qui, pour lui, est important pour la compréhension.
- Le positionnement du segment sur la feuille A4 qui permettrait d'éviter aux élèves de perdre du temps pour faire leur figure : il voit cette modification comme une amélioration possible de la séance.

Il ne mentionne pas d'autres difficultés observées qui pour nous, cependant, jouent un rôle dans la compréhension par les élèves :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

- La décimalisation : l'observation est basée en grande partie sur la mesure du rayon r. L'aspect visuel est important pour l'enseignant, pourtant le problème de partie décimale surgit et le met mal à l'aise. En effet, plus on augmente le nombre de chiffres de la partie décimale d'une mesure, plus il est difficile d'obtenir la position souhaitée.
- La coordination entre le logiciel et la figure sur feuille A4 : il existe deux points I et J dans le logiciel pour un point C sur la figure en papier-crayon, le rayon r (la longueur BM) pour le coté [BC]. L'enseignant semble ne pas être conscient des difficultés que peuvent entraîner dans la conduite de la classe ces différences entre les figures sur l'écran du logiciel et les traces que les élèves doivent garder sur la feuille A4.

L'enseignant regrette que les élèves n'aient pas été plus actifs dans la phase de conclusion qui vise à généraliser sous forme d'inégalités les différents cas repérés et met cela sur le compte d'une difficulté générale. L'observation montre cependant que l'étude des différents cas dirigée par l'enseignant à l'aide du logiciel a été très vite et que les élèves n'ont pas eu l'occasion de prendre conscience de ce que les valeurs 8 et 2 sont respectivement la somme et la différence des mesures des deux côtés donnés.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Conclusion : potentialités et réalité des usages chez Bruno

Lors de l'entretien préalable aux observations, Bruno a présenté le type d'usage qu'il a adopté pour son enseignement avec la technologie. Ses projets pour l'année d'observation nous ont amené à le considérer comme un **« fan »** du vidéo-projecteur. Il a antérieurement travaillé en salle informatique et en a ressenti les contraintes : problèmes liés au réseau informatique, pannes matérielles, contraintes de préparation de tâches spécifiques aux logiciels, nécessité de familiarisation des élèves avec les dispositifs informatiques… Il déclare choisir maintenant l'usage d'un vidéo-projecteur en collectif avec lequel il se sent plus à l'aise et efficace.

Rappelons d'abord les potentialités de la GD soulignées par Bruno :

- Déplacement, visualisation des propriétés géométriques
- Rapidité de tracés (facilité d'obtention de mesure des longueurs)
- Richesse de tracés

Selon Bruno l'usage d'un vidéo-projecteur en collectif exploite ces potentialités, en permettant « un gain en construction et en temps ». « Bouger les figures » permet de mettre en évidence les propriétés géométriques d'une figure et donc contribue à la compréhension par l'élève.

Bruno nous a déclaré avoir effectué au total une vingtaine de séances avec la GD intégrant toutes l'usage d'un vidéo-projecteur en collectif. D'après nos observations lors de sept de ces séances dans trois classes de 6^{e}, 5^{e} et de 4^{e} dans lesquelles les logiciels Geoplan et Geospace sont utilisés, les potentialités de la GD exploitées sont celles qui viennent d'être mentionnées. Nous avons choisi de présenter dans ce chapitre une séance dans une classe de 5^{e} avec Geoplan qui nous semble représentative des pratiques de Bruno que nous avons pu observer.

Cette séance montre l'assurance de Bruno vis-à-vis de l'utilisation du logiciel, notamment sur le plan de l'organisation matérielle et pédagogique. L'usage d'un vidéo-projecteur en collectif lui permet en moins d'une séance de cours l'étude systématique de différents cas de figures parallèlement à leur institutionnalisation sous la forme de construction de figures correspondant à ces cas par les élèves en papier-crayon. Les potentialités de la GD sont ainsi exploitées pour :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

- fournir un espace collectif d'exploration dynamique et de monstration, complétant les espaces d'institutionnalisation que constituent le tableau noir et la feuille des élèves ;
- permettre à l'enseignant la maîtrise de cet espace.

Dans la séance observée, la maîtrise de l'espace d'exploration permet à l'enseignant de mener la séance dans la durée prévue mais l'exploration est essentiellement dirigée par lui et semble faire difficilement sens pour les élèves. Paradoxalement, l'enseignant souligne cependant qu'il a dépassé les objectifs du programme et nous avons montré que l'usage du logiciel y conduit naturellement.

Nous avons identifié deux variables dont un meilleur positionnement pourraient permettre que l'espace collectif d'exploration favorise l'activité des élèves : le moment où l'usage collectif du logiciel se substitue à l'activité individuelle et le contrôle de l'activation du logiciel. Dans la séance observée, nous l'avons vu, l'usage collectif vient très vite et se fait sous le contrôle exclusif de l'enseignant. Les potentialités de la GD sont ainsi mises au service de l'enseignement plutôt qu'à celui de l'activité de l'élève.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Chapitre X

Interprétation des observations à l'aide du modèle de Ruthven & Hennessy

Introduction

Dans notre problématique de recherche, nous nous étions proposé de prendre comme cadre de référence l'étude de Ruthven & Hennessy (2002). Cette étude a été présentée en détail dans le chapitre I, rappelons la ici brièvement :

> Ruthven et Hennessy (2002) ont identifié à partir des déclarations des enseignants différents *thèmes* en lien avec ce que les enseignants interviewés voient comme une *« intégration réussie des TICE »*. Dix *thèmes opérationnels* permettant, pour les enseignants, d'atteindre de façon efficace les objectifs d'un enseignement avec la technologie ont été identifiés. Ils s'organisent sur 3 niveaux. A un niveau plus global, les enseignants distinguent deux apports de la technologie, l'un à l'activité de recherche des élèves, l'autre à la consolidation des acquis. Les auteurs les qualifient de *thèmes pédagogiques* :

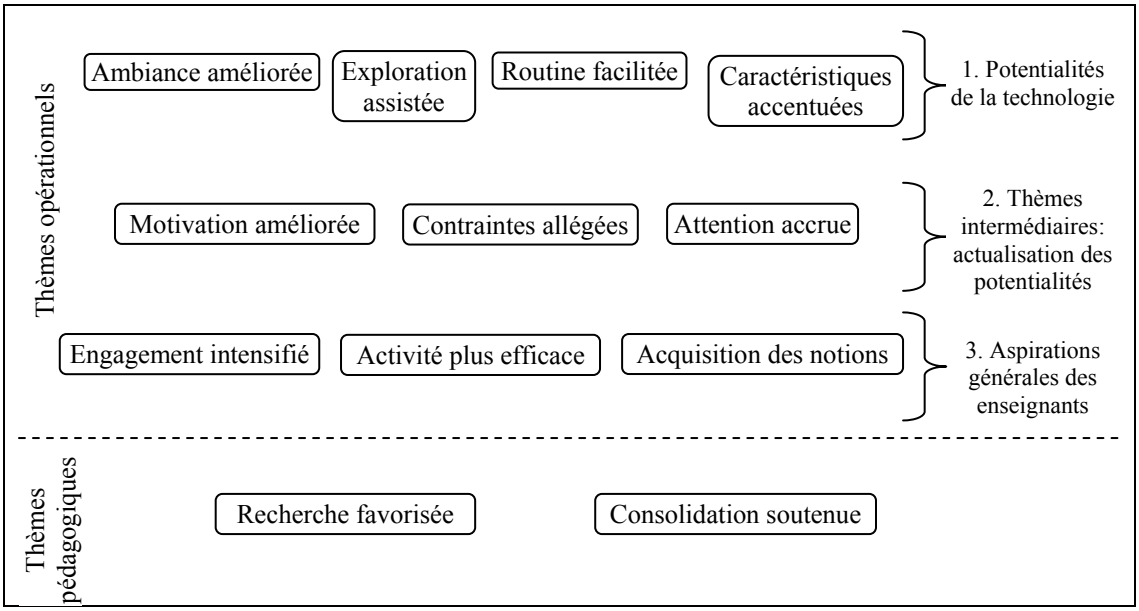


Schéma 13 : les thèmes reflétant les idées des enseignants sur une utilisation réussie des TICE

> Le discours des enseignants montre certains liens, associant des thèmes du premier niveau (potentialités de la technologie) à des thèmes intermédiaires puis à des aspirations générales des enseignants (indépendantes de la technologie) concernant les élèves en classe (cf. chap. I). Des thèmes opérationnels sont aussi associés à un thème pédagogique, celui de la « recherche favorisée » ou « consolidation soutenue ».
>
> Les thèmes sont ainsi organisés en système. Les auteurs proposent ce système comme un *« modèle d'utilisation réussie des TICE »* dans les représentations des enseignants.

Dans ce chapitre, nous situerons les attentes de chacun des enseignants à partir des thèmes identifiés par Ruthven et Hennessy. Les relations entre les différents thèmes nous aideront à percevoir le modèle d'utilisation réussie des TICE que les enseignants observés ont pu concevoir. Par la suite, ce modèle nous permettra de mettre en rapport certaines attentes des enseignants et leur activité réelle.

Comme nous l'avons souligné dans le chapitre I, les 'potentialités' vues par les enseignants (leurs attentes) et les 'thèmes' sont très proches : les thèmes peuvent être vus comme une façon d'exprimer certaines potentialités "dans le langage de l'enseignant" et indépendamment d'un type d'environnement. Afin d'identifier les thèmes dans la conception d'utilisation réussie des TICE de chaque enseignant, nous nous servirons des potentialités perçues a priori non seulement dans leur discours mais aussi dans les tâches proposées aux élèves. Nous ferons ensuite appel à l'analyse des séances de chaque enseignant (chap. VII, VIII, IX) pour montrer comment les thèmes 'fonctionnent' pendant la séance et ce que les enseignants mettent en oeuvre pour les faire fonctionner.

Nous dirons qu'un thème 'fonctionne' lorsque le déroulement en classe répond à ce qu'attendait l'enseignant sur ce thème. Les thèmes pouvant, comme nous l'avons dit, être vus comme une façon d'exprimer certaines potentialités "dans le langage de l'enseignant", le fonctionnement d'un thème correspond à l'actualisation des potentialités correspondantes[39]. Notons également que les thèmes ne sont pas spécifiques à la GD, et que donc ce chapitre élargira les conclusions des chapitres sur les enseignants à une analyse sur les TICE "en général".

[39] Les déclarations des enseignants servant à identifier les thèmes ne sont pas systématiquement citées afin de ne pas alourdir le texte. Un tableau couvrant les « discours, potentialités et thèmes » pour chaque enseignant se trouve en annexe de la thèse (cf. Annexe 6).

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

1. Les thèmes vus par Anne et leur fonctionnement

Nous repérons d'abord dans les déclarations de Anne et dans l'organisation et les tâches proposées aux élèves un thème pédagogique privilégié, puis un enchaînement de thèmes sur les trois niveaux distingués ci-dessus, et enfin un autre enchaînement qui porte seulement sur les deux premiers niveaux. D'autres thèmes sont également repérés, absents dans le modèle. Nous considérons ensuite le fonctionnement de ces thèmes dans la séance.

1.1. Les choix de Anne

Un thème pédagogique

Dans les deux classes, Anne a choisi de faire intervenir la GD pour introduire un nouveau thème mathématique par un travail de type expérimental. Par ce choix, elle a privilégié le thème pédagogique « recherche favorisée ». Ceci explique sa volonté de laisser les tâches d'expérimentation à la charge des élèves et donc l'absence de ses interventions lors des tâches de déplacement et d'observation. Le thème « consolidation soutenue » n'est pas présent : dans ses usages de la GD, Anne ne prévoit pas des tâches de renforcement.

Un enchaînement de thèmes sur les trois niveaux

Nous repérons l'enchaînement « motivation améliorée » → « engagement intensifié » dans les déclarations de Anne. Elle part de l'idée que l'environnement informatique est « plus parlant » pour des élèves et peut les intéresser et les conduire à s'engager dans la tâche demandée et à avoir une production :

> « L'intérêt c'est que c'est plus parlant pour des élèves, surtout pour les élèves en difficulté. C'est-à-dire qu'ils ne vont pas rester statiques devant leurs feuilles, ils vont être intéressés, ils vont se mettre devant les machines, et du coup comme ils vont s'intéresser, ils vont pouvoir répondre à quelques questions. »

Nous mettons en relation l'organisation pédagogique et matérielle choisie pour les séances en 5e et 4e avec le thème « ambiance améliorée ». Anne choisit de donner en 5e un énoncé relativement court et divise la classe en deux groupes de niveau avec échange des groupes à mi-séance. En 4e, elle donne un énoncé plus long et prévoit un travail en binôme sur ordinateur avec assistance par vidéo-projecteur.

Dans le modèle de Ruthven et Hennessy, ce thème de niveau 1 est clairement lié à l'enchaînement des thèmes de niveaux 2 et 3 « motivation améliorée » → « engagement intensifié ». Nous avons dit plus haut que Anne porte une grande attention à la gestion de la

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

classe. Implicitement, dans ses usages de la GD, les choix de gestion de classe sont dirigés vers une ambiance plus favorable à la motivation et à l'engagement des élèves. La GD, et plus généralement les TICE, lui paraissent pouvoir favoriser cette ambiance.

Quatre thèmes liés dans les deux premiers niveaux

Dans ses déclarations, Anne compare la GD à l'environnement papier-crayon en mettant l'accent sur les potentialités du déplacement pour l'obtention d'une multitude de configurations. Nous relions ceci aux thèmes « routine facilitée », et « contraintes allégées » du modèle. Le logiciel offre aussi à l'élève selon Anne le moyen de réaliser les tracés demandés sans hésiter sur le vocabulaire, ce qui correspond aux mêmes thèmes. Ceux-ci sont également présents lorsque Anne exprime les potentialités de la GD en termes de rapidité et de qualité graphique des tracés.

Dans ses déclarations, Anne se centre particulièrement sur la possibilité, grâce au déplacement, de montrer des invariants aux élèves ce que nous mettons en relation avec le thème « caractéristiques accentuées ». Dans les tâches données, on peut repérer le thème « attention accrue » : en 5^{e}, le déplacement sert à rechercher des configurations particulières et en 4^{e}, il a comme fonction d'aide à la conjecture et de recherche de propriétés invariantes d'une figure.

Ces quatre thèmes de niveau 1 et 2 sont liés dans le modèle. Le thème « contraintes allégées » est lié au thème de niveau 3 « engagement intensifié » que nous avons repéré plus haut chez Anne.

D'autres thèmes

Dans ses déclarations, Anne se réfère à des thèmes plus généraux liés à l' « évolution de l'enseignement » vers une utilisation des « outils de l'époque » et à la « formation générale des élèves ». Ces thèmes ne sont pas présents dans le modèle. En effet, celui-ci prend en compte seulement des thèmes directement en lien avec l'enseignement.

1.2. L'activité de Anne au cours de la séance en 5^{e}

Nous allons ici revenir sur la séance en 5^{e} où nous avons observé la plus grande distance entre les attentes de Anne et le déroulement effectif.

Au cours de cette séance, contrairement aux attentes, la création d'objets et le déplacement ont été difficiles pour les élèves et l'enseignante est intervenue de façon intense auprès des

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

élèves pour dicter les actions nécessaires. Afin que les élèves ne passent pas tout leur temps sur les tâches de création et qu'ils disposent néanmoins des observables nécessaires pour les tâches d'observation/rédaction, elle est intervenue lors des tâches de création allant jusqu'à les "prendre en charge" à la place de l'élève. Anne est moins intervenue sur l'observation/rédaction laissant aux élèves leur part dans ce travail qui lui paraissait l'enjeu de l'activité mathématique. Cependant elle a dû guider les élèves pour mettre en œuvre le déplacement. Le moteur principal de l'activité de Anne a été de "faire avancer" la séance pour qu'ils s'engagent dans les tâches d'observation/rédaction soient possibles avant la fin de cette très courte séance.

Interprétons cette activité de Anne à partir des thèmes repérés dans le modèle. Anne basait ses attentes sur les thèmes de niveau 1, « ambiance améliorée », « routine facilitée » et « contraintes allégées » qui devaient permettre que « fonctionnent » les thèmes de niveau 2 qui leur sont liées et finalement le thème de niveau 3 « engagement intensifié ». Les difficultés inattendues lors des tâches de création et de déplacement peuvent être interprétées comme un « non fonctionnement » de ces thèmes. Dans l'action, cela se traduit pour Anne par le danger que les élèves ne s'engagent pas dans l'étude des questions mathématiques, alors qu'elle le souhaite et qu'elle pense que la GD doit y aider.

Son activité d'assistance aux élèves peut donc être interprétée comme une volonté de "compenser" le non fonctionnement des thèmes de niveau 1 et de faire fonctionner "malgré tout" les thèmes de niveau 2 et 3.

L'identification des thèmes dans le discours et tâches de Anne, ainsi que leur relation nous a permis de décrire le modèle qu'elle a pu concevoir en cohérence avec celui explicité par Ruthven et Hennessy. Ainsi, la mise en évidence d'un modèle implicite chez l'enseignante et sa confrontation à son activité réelle nous permet d'interpréter la pratique de Anne, notamment les moyens qu'elle met en œuvre pour réaliser "malgré tout" une des aspirations qu'elle poursuit à travers l'usage de la GD : l'engagement intensifié des élèves dans les questions mathématiques.

Dans la conclusion du chapitre consacré à Anne, nous avons noté que Anne ne semble pas être consciente des besoins en instrumentation chez les élèves, dans ses attentes et dans son activité en classe. De fait, comme sans doute chez beaucoup d'enseignants, le modèle implicite que nous venons de mettre en évidence n'intègre pas ces besoins.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Nous résumons dans le schéma suivant le modèle que Anne a pu concevoir et son fonctionnement lors de cette séance :

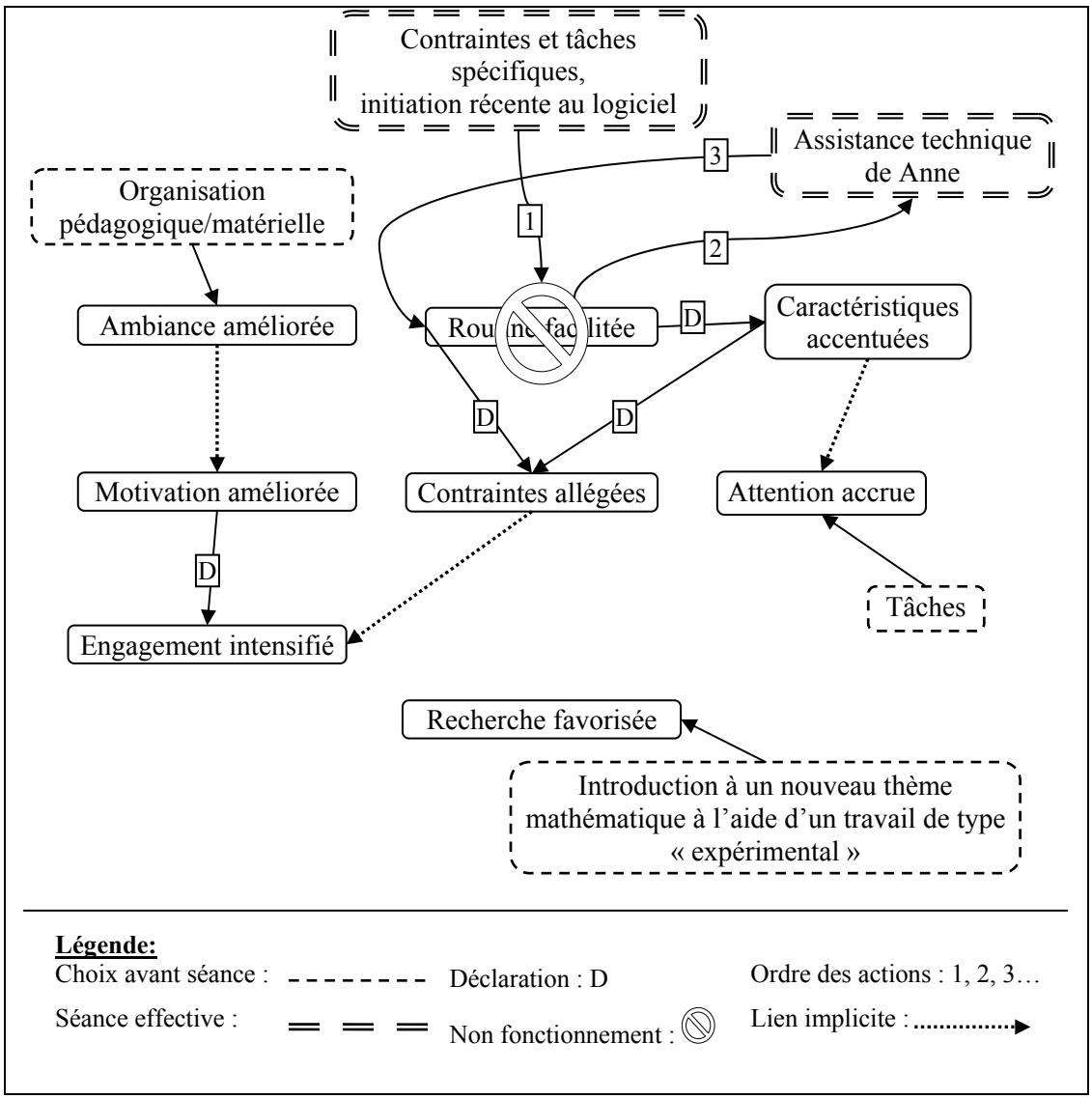


Schéma 14 : le modèle dans la représentation de Anne et son fonctionnement pendant la séance

2. Les thèmes vus par Brune et leur fonctionnement

Brune s'explique sur les potentialités de la GD/TICE qui sont particulièrement en lien avec l'usage de la GD et d'un vidéo-projecteur du côté enseignant. Dans ses déclarations elle commence par se référer aux thèmes sur un plan plus personnel, liés à son activité en classe. Il s'agit des thèmes absents dans le modèle de Ruthven et Hennessy. Nous repérons ensuite dans les déclarations de Brune et dans l'organisation et les tâches proposées aux élèves deux enchaînements de thèmes sur les deux premiers niveaux du modèle, et un thème pédagogique privilégié. Nous considérons ensuite le fonctionnement de ces thèmes dans la séance.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

2.1. Les choix de Brune

D'autres thèmes

La première potentialité que Brune exprime concerne une meilleure gestion de la classe via le vidéo-projecteur (ou retro-projecteur). Elle considère ce type d'usage comme une « approche différente » de la gestion de la classe, par le fait qu'il lui permet d'être « face aux élèves » lors de la création des figures, alors qu'avec le tableau noir c'est l'inverse. Il s'agirait donc d'un thème améliorant l'activité de l'enseignante en classe. A ce thème s'ajoute une autre potentialité vue par Brune, liée au confort personnel d'un enseignant lors de son activité en classe :

> « Je préfère l'utiliser quand moi je juge que ça apporte un plus à l'activité de mes élèves ou un confort supplémentaire à ma propre activité, parce que j'ai mal au dos et mal au bras quand je fait des figures au tableau. »

Brune n'a pas fait d'usage d'une salle informatique, logiciel en utilisation élèves, depuis son expérience négative du point de vue gestion matérielle et de classe. La séance observée correspond à une première tentative d'un enseignement en salle informatique depuis lors. Le fonctionnement du thème lié au confort personnel lui est indispensable pour garantir une bonne gestion matérielle et de la classe.

Ces thèmes ne sont pas présents dans le modèle. En effet, comme nous l'avons déjà dit, celui-ci prend en compte seulement des thèmes directement en lien avec l'enseignement.

Un premier enchaînement de thèmes sur les deux premiers niveaux

Encore sous l'effet des expériences négatives en salle informatique dans le passé, Brune re-adopte une organisation en salle informatique s'assurant de certaines conditions : un élève par poste et guidage par vidéo-projecteur. Deux paramètres liés à la classe semblent avoir un effet sur ce choix : difficultés relationnelles/d'apprentissage des élèves et premier contact des élèves "en manipulation" avec le logiciel.

Nous pouvons lier cette attention à l'organisation de la séance au thème « ambiance améliorée » du modèle. Dans le modèle, celui-ci est lié dans un premier temps au thème « motivation améliorée ».

Brune exprime certaines potentialités de la GD. En premier lieu, elle porte sa réflexion sur la possibilité d'avoir « une figure grande, propre et belle ». Cela est ainsi en lien avec le thème

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

« routine facilité », mais essentiellement du côté enseignant. Ce thème existe aussi lorsqu'elle dit :

> « plutôt que de leur demander dix fois de faire la figure sur le brouillon avec perpendiculaire, perpendiculaire toujours à la droite d, pour que en penchant à droite, en penchant à gauche etc. ça ne change rien, donc j'ai déformé, déplacé mes droites sur l'écran, et bon « ah ben madame oui, c'est toujours parallèle » quoi, c'est toujours parallèle. »

Dans cette déclaration, nous retrouvons le thème « caractéristiques accentuées ». En effet, par le biais du déplacement de la figure (par l'enseignant) les élèves observent par exemple la conservation des propriétés géométriques d'une configuration.

Un autre effet du déplacement mentionné par Brune est en lien avec l'obtention d'une multitude de configurations. Cela permet aux élèves de rencontrer différents cas d'une même figure et d'y retrouver la configuration correspondant à la leur en papier/crayon, ce qui contribue selon l'enseignante à la confiance des élèves. Nous interprétons cette déclaration comme un lien du thème « caractéristiques accentuées » vers celui de « motivation améliorée ». Notons que ces deux thèmes ne sont pas liés directement dans le modèle.

Un thème pédagogique

L'enseignante veille également à ce que le thème mathématique soit familier aux élèves, par souci de ne pas multiplier le facteur de "nouveauté" pour les élèves. A côté d'un guidage par vidéo-projecteur et d'un travail individuel des élèves en salle informatique, elle choisit un thème mathématique déjà étudié en classe. Cela aiderait les élèves plus facilement se familiariser avec le logiciel. L'utilisation réussie de la GD pour une séance d'initiation, passerait alors par un travail correspondant au thème pédagogique « consolidation soutenue ».

Un deuxième enchaînement de thèmes sur les deux premiers niveaux

Le nombre important de tâches prévues, leur origine dans un manuel et ainsi que la familiarité des élèves au thème mathématique cadrent bien avec les thèmes « routine facilitée » et « contraintes allégées ». Les tâches de déplacement et d'observation présentes dans l'énoncé couvrent des potentialités importantes de la GD comme repérage d'invariants géométriques d'une figure. Cela peut ainsi être lié au thème « attention accrue ». Ces trois thèmes de niveau 1 et 2 sont liés dans le modèle.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

2.2. L'activité de Brune au cours de la séance

L'organisation matérielle ne s'est pas réalisée comme prévue à cause d'un problème de connexion de l'ordinateur relié au vidéo-projecteur au réseau informatique et de dysfonctionnement de certains postes d'élèves. Cela a entraîné le non fonctionnement de l'organisation pédagogique et ainsi celui du thème « routine facilitée » supposé implicitement à travers d'un guidage par vidéo-projecteur et des tâches familières aux élèves.

Les contraintes différentes de la GD et du papier-crayon ont fait que pour les élèves les tâches ont été en partie nouvelles. Cela a nécessité une activité intense de Brune dans l'assistance technique et guidage pour les tâches de façon individuelle auprès des élèves, laquelle elle estimait pouvoir éviter grâce à l'organisation prévue. Les thèmes liés à son activité n'ont donc pas fonctionné.

Les thèmes que nous avons pu identifier chez Brune, ne dépassent pas le deuxième niveau du modèle. S'agissant d'une séance d'initiation au logiciel et d'un entraînement sur les notions déjà étudiées en classe, il semble que Brune a souhaité atteindre le thème « attention accrue » de niveau 2 en offrant à travers l'utilisation du logiciel des images dynamiques qui favorisent que les élèves se centrent aux phénomènes en jeu dans le déplacement.

Voici en schéma, le modèle que Brune a pu concevoir et son fonctionnement dans la séance :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

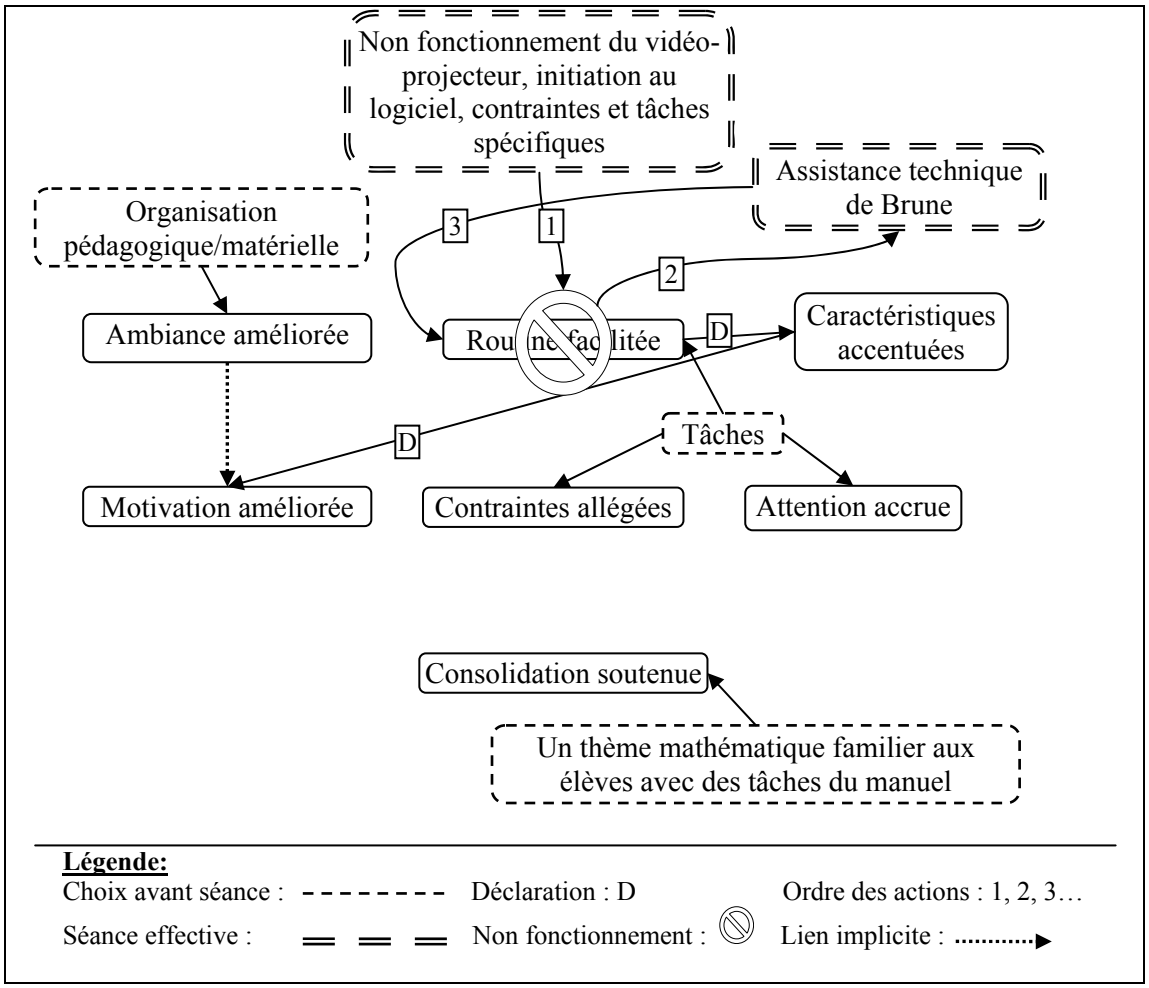


Schéma 15 : Le modèle dans la représentation de Brune et son fonctionnement pendant la séance

3. Les thèmes vus par Bruno et leur fonctionnement

Comme Brune, Bruno aussi est un habitué de l'usage du vidéo-projecteur. Il exprime ainsi les potentialités de la GD qui sont particulièrement liées à son activité avec cet outil.

Les déclarations de Bruno et les tâches proposées aux élèves réfèrent à deux enchaînements de thèmes sur les deux premiers niveaux du modèle, et à un thème pédagogique privilégié. Après avoir présenté les thèmes correspondant aux attentes de Bruno, nous considérons leur fonctionnement dans la séance.

3.1. Les choix de Bruno

Un thème pédagogique

Bruno utilise un ordinateur relié à un vidéo-projecteur, à l'aide duquel il projette l'interface d'un logiciel de GD en classe. Parallèlement à un travail des élèves en papier-crayon, cet

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

usage est choisi pour introduire une nouvelle propriété géométrique. Cette propriété est recherchée à travers une exploration de différents cas de figures sur le logiciel à l'aide du déplacement. La nouveauté du thème mathématique et l'aspect expérimental du travail proposés aux élèves correspondent au choix de l'enseignant du thème pédagogique « recherche favorisée ».

Bruno est le seul à manipuler l'ordinateur. Cependant, les actions sur le logiciel s'effectuent à l'issue d'une intervention collective de l'enseignant et des échanges enseignant/élèves. Cette organisation de Bruno ne nous semble pas être lié au thème « ambiance améliorée » que nous avons repéré dans l'organisation des séances de Anne et Brune.

Deux enchaînements de thèmes sur les deux premiers niveaux

Bruno exprime certaines potentialités de la GD qu'il exploite en classe à l'aide d'un vidéo-projecteur. Il utilise par exemple le déplacement pour la visualisation et conservation des propriétés géométriques :

> « Ça permet d'avoir une activité dynamique. Celle que j'utilise dans la démonstration de Pythagore, il y a un ensemble de figures pour montrer que les aires de triangles sont conservées, et je déplace un point*…(inaudible),* c'est l'aspect visuel actif. »

Ainsi, nous repérons le thème « caractéristiques accentuées ». Dans le modèle ce thème est lié à celui de « attention accrue » qui nous semble d'être l'enjeu du déplacement dont Bruno parle. L'exploration de différents cas de figure prévue à l'aide du logiciel correspond bien à ces deux thèmes.

Cette exploration et son discours reflète également un enchaînement de thèmes « routine facilitée » → « contraintes allégées » tant pour l'activité de l'élève que pour celle de l'enseignant. Ces thèmes sont liés à la rapidité d'exécution des actions sur le logiciel, par exemple pour la création des figures ou des mesures :

> « on voit tout de suite des longueurs qui sont affichées, les élèves après calculent les rapports. »

Dans cette déclaration nous remarquons que les mesures "rapidement" effectuées à l'aide du logiciel allègent la tâche de l'élève, lui laissant seulement le calcul sur ces mesures.

Le logiciel offre aussi selon Bruno, une large possibilité de choix pour effectuer des figures.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

3.2. L'activité de Bruno au cours de la séance

L'usage collectif du logiciel est essentiellement sous contrôle de l'enseignant, ce qui lui a permis de façon rapide et pratique l'exploration de différents cas de figures. Ainsi, avec un guidage dominant et logiciel sous le contrôle de l'enseignant, les attentes de Bruno relatives aux thèmes « routine facilitées », « contraintes allégées » liés à son activité en classe ont fonctionné, à l'exception d'un problème de mesures lié à la décimalisation.

Lors d'une exploration systématisée par le déplacement, Bruno a essayé d'attirer l'attention des élèves sur les phénomènes en jeu afin d'arriver à une propriété géométrique. Il nous semble que les thèmes « caractéristiques accentuées » et « attention accrue » ont fonctionné, mais de façon limitée. La difficulté des élèves a été la coordination des observables sur le logiciel avec les données en papier-crayon, et ainsi de passer des résultats observés en environnement GD à l'écriture d'une propriété en environnement informatique.

Le modèle de Bruno a pu fonctionner à l'aide d'un guidage fort effectué dans le but d'atteindre l'objectif de la séance.

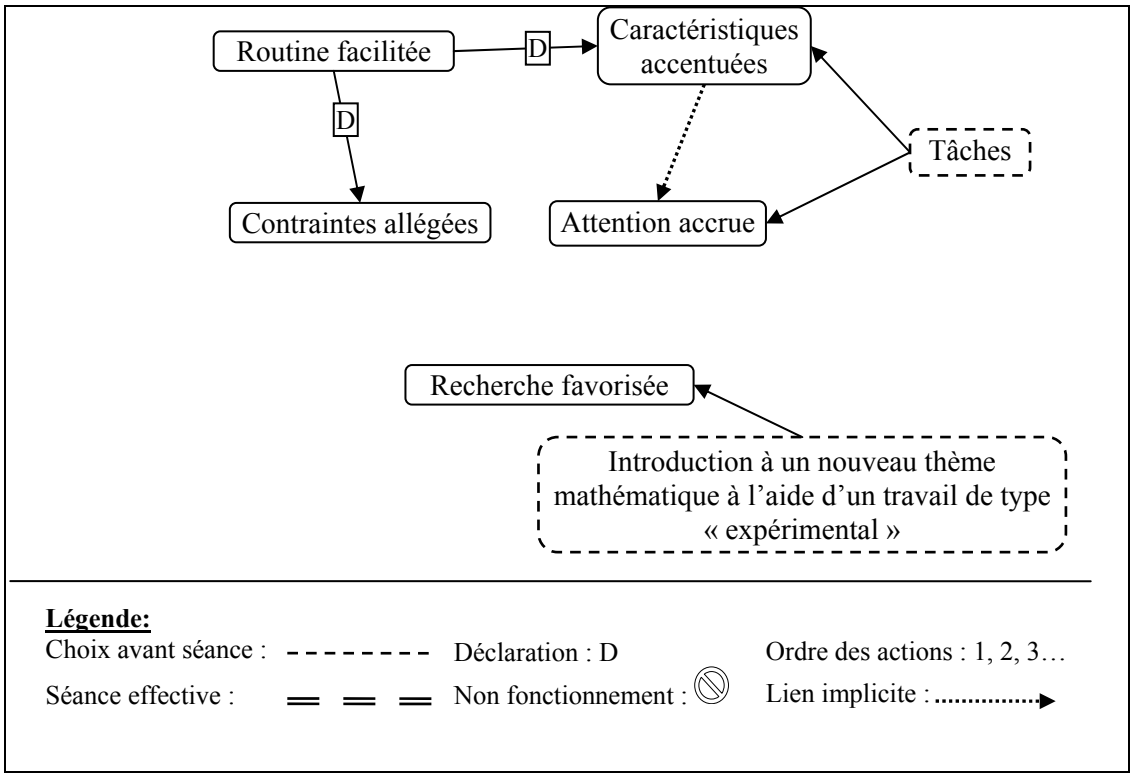


Schéma 16 : le modèle dans la représentation de Bruno et son fonctionnement pendant la séance

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Conclusion

Le modèle de Ruthven et Hennessy nous a aidé à décrire comment les enseignants connectent les potentialités d'une technologie à leurs aspirations relatives à l'enseignement, bien que, soulignons le, rendre compte du modèle d'utilisation réussie des TICE dans la représentation d'un enseignant considéré individuellement a été une tâche difficile et délicate.

Face à la complexité des pratiques, l'objectif était de mettre en évidence un modèle propre à chacun des enseignants observés et de voir le 'fonctionnement' des thèmes organisés dans ces modèles lors des séances effectives et les conséquences sur la gestion de classe d'un non fonctionnement. Les études de cas ont montré les moyens mis en oeuvre par les enseignants, tels que assistance technique et guidage fort des élèves, pour compenser le non fonctionnement de certains thèmes et, notamment dans le cas de Anne, tenter d'atteindre malgré tout l'objectif d'engagement intensifié des élèves grâce à la GD.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Conclusion générale

Cette conclusion présente un bilan de notre démarche, puis les apports principaux de cette recherche et les perspectives de travail.

Notre démarche

Dans cette thèse nous sommes partie du constat d'écart entre d'une part les potentialités des TICE soulignées par la recherche et la volonté institutionnelle d'insérer les TICE dans l'enseignement et d'autre part, la réalité de la faible intégration de la technologie dans les classes.

Nous avons donc cherché à analyser cet écart. Les complexités et contraintes d'intégration soulignées dans de nombreuses études nous ont fourni des indices. En plaçant l'enseignant au centre de notre réflexion, nous avons considéré des effets de la *transposition informatique* (Balacheff, 1994) et de la formation des enseignants aux TICE. Nous avons pris conscience de la nécessité, pour que se développent des usages des TICE dans l'enseignement, de divers choix et engagements de l'enseignant, notamment en matière de prise en compte de la *genèse instrumentale* (Rabardel, 1999), d'une nouvelle *organisation praxéologique* (Chevallard, 1998) et d'une formation efficace. Ces choix et engagements doivent parallèlement aux contraintes liées à l'exercice du métier d'enseignant (Robert, 2001) prendre en compte les nouvelles contraintes et opportunités liées aux technologies. Ainsi, les décalages qui constituent notre point de départ peuvent être vus comme des effets des contraintes que nous venons de mentionner. Nous nous sommes donc donnés comme but de contribuer à connaître et comprendre comment ces effets s'exercent dans la réalité de classes 'ordinaires'.

Nous avons choisi pour cela de nous intéresser à la petite minorité d'enseignants 'ordinaires' qui tentent des usages, mêmes limités, des technologies dans leur enseignement et de rechercher comment les contraintes et complexités de l'intégration se traduisent dans leurs choix, engagements et pratiques. Plus précisément, en centrant notre réflexion sur les 'potentialités' des technologies, nous avons cherché à repérer pour quelques enseignants de cette petite minorité, les potentialités qu'ils privilégient dans leurs représentations (leurs 'motivations'), comment ces potentialités privilégiées se situent par rapport à celles que la

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

recherche et les instructions officielles mettent en avant et comment elles s'actualisent dans leur pratique en classe.

Nous nous sommes intéressés plus spécifiquement aux usages de la géométrie dynamique (GD) dans des classes du collège (élèves de 12-15 ans), car les potentialités de la GD font l'objet de nombreux travaux et écrits, et les instructions officielles en France insistent sur les apports possibles de la GD à l'enseignement à ce niveau. Nous avons considéré un processus de réflexion sur la GD, partant de la recherche vers les programmes, puis vers les manuels et enfin, vers les pratiques enseignantes. Notre étude est donc limitée en ce sens qu'elle concerne seulement un panel d'enseignants et la seule technologie GD. Elle permet cependant, comme nous allons le voir, d'apercevoir certaines attentes et modes de fonctionnement spécifiques des enseignants par rapport à la technologie ainsi que la façon dont ils varient d'un enseignant à l'autre.

Les potentialités de la GD dans la recherche, instructions officielles et manuels : écarts observées et ouverture vers les types d'usages

Nous avons recensé les potentialités de la GD telles qu'elles apparaissent dans la recherche et ce recensement nous a servi de guide pour l'analyse des programmes, instructions, manuels, puis pour celles des motivations et pratiques des enseignants observés. Des écarts ont été observés entre la recherche, les programmes et les manuels.

Dans la recherche, un nombre important des potentialités de la GD par rapport à l'environnement papier-crayon est mentionné. La recherche attire généralement l'attention sur le rôle de l'enseignant dans l'actualisation de ces potentialités: préparer des activités spécifiques à la GD permettant d'exploiter ses potentialités, donner aux élèves des occasions comme conjecturer, faire des erreurs, discuter et interpréter des rapports entre les objets et offrir des explications mathématiques. Il est également signalé que la familiarisation des élèves avec la GD n'est pas spontanée et qu'un long travail est parfois nécessaire pour pouvoir tirer parti des potentialités qu'un tel environnement peut présenter.

Dans les programmes, les potentialités de la GD sont souvent mentionnées de façon très générale et la GD est présentée comme une alternative à l'environnement papier-crayon, sans spécificité particulière. Les propositions d'usages de la GD concernent peu de contenus d'enseignement. Les documents d'accompagnement des programmes, en revanche, élargissent le champ d'usages de la GD et prennent en compte des potentialités spécifiques de la GD, souvent en s'inspirant de la recherche. L'institution a ainsi une position ambiguë. Dans

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

les programmes lus par tous les enseignants, elle pousse aux usages de façon très générale et peu convaincante, et dans des textes d'accompagnement lus surtout par des formateurs ou enseignants particulièrement conscients, elle spécifie des usages et les justifie.

Dans le cadre de notre analyse des manuels nous avons considéré les ouvrages, les supports informatiques qui les accompagnent et certains livres du professeur. Cette analyse met en évidence des rapports différents des auteurs à la GD. Plus d'un tiers de manuels n'intègre aucune proposition. Dans le reste du corpus analysé le pourcentage des propositions reste très faible. La GD est cependant proposée dans davantage de contenus d'enseignement par rapport à ce qui est explicité dans les programmes. En revanche, certaines propositions relatives aux recommandations des programmes vers les usages ne sont pas présentes, notamment celles qui concernent l'espace et le théorème de Thalès. Il semble que cela résulte d'une certaine difficulté des auteurs de manuels –qui sont en général des enseignants- dans la réalisation des tâches spécifiques à la GD relatives aux contenus d'enseignements pour lesquels les usages de la GD sont explicitement recommandés par les rédacteurs des programmes. De façon générale, notre analyse montre une volonté de modernité et de "prise en compte" des incitations des instructions officielles vers les usages de la GD sur un plan général plutôt qu'une réelle intégration dans les activités géométriques.

Nous avons classifié les tâches proposées en trois types d'usages à travers lesquels les potentialités de la GD peuvent être exploitées : la GD au service de l'enseignement ; la GD comme environnement d'étude de l'élève ; la GD proposée alternativement à l'environnement papier-crayon. Notre réflexion s'est orientée vers la compréhension des pratiques relatives aux deux premiers types. En effet, les tâches proposées dans le dernier type sont les tâches existantes en papier/crayon pour lesquelles l'auteur se contente d'indiquer qu'elles peuvent être faites aussi avec la GD.

Les supports informatiques (CD-ROM, disquette) sont en général destinés à un usage par l'enseignant en classe en moyen de projection des figures qu'ils intègrent. Ainsi, les potentialités de la GD sont mises au service de l'enseignement, plutôt que d'une activité géométrique autonome de l'élève. L'utilisation de ces supports ne nécessite pas une connaissance approfondie des logiciels de GD. Les supports sont ainsi supposés offrir à l'enseignant un certain confort dans la préparation du cours et la gestion du temps (avant et pendant le cours).

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Les livres du professeur étudiés ne constituent généralement pas de véritable guide pour les usages proposés dans les manuels. Ils mentionnent très rarement les potentialités de la GD susceptibles d'intervenir dans ces usages.

Nous avions considéré les programmes et les manuels comme des sources d'inspiration "minimales" d'un enseignant pour la préparation de son enseignement. A travers l'étude des deux premiers niveaux du processus qui conduit de la recherche vers les programmes, puis vers les manuels et enfin, vers les pratiques enseignantes, il nous semble qu'un enseignant 'moyen' peut difficilement prendre connaissance des potentialités que la GD peut présenter par rapport à l'environnement papier-crayon. Les potentialités de la GD sont essentiellement mentionnées dans des textes issus de la recherche et de façon plus réduite dans les accompagnements des programmes. Notre hypothèse est que ces ressources sont exploitées par un nombre limité et un public particulier d'enseignant.

Les enseignants observés

Nous avons dit plus haut que les enseignants qui tentent de développer des usages sont une petite minorité, et il ne nous a pas été facile de trouver quelques uns parmi eux acceptant nos observations. Ces enseignants, que nous avons appelé Anne, Brune, Bernard et Bruno sont soumis aux contraintes 'ordinaires' de l'enseignement, mais, comme d'assez nombreux enseignants expérimentés, ils ne sont pas 'ordinaires' en ce sens qu'ils ont tous une activité professionnelle au delà de leur enseignement dans le cadre d'un IREM, comme conseiller TICE ou responsable informatique de collège ou encore comme auteurs d'une collection de manuels de collège. Leur formation est aussi supérieure à celle de l'enseignant 'moyen', qu'elle ait été acquise par autoformation ou dans des stages. Chacun a déjà une idée assez précise de l'usage de la technologie qu'il souhaite mettre en place dans l'année scolaire.

Dans ce panel, les quatre enseignants se distinguent bien quant aux usages qu'ils envisagent. En particulier Anne et Brune nous ont permis d'observer des séances où la GD est un environnement d'étude de l'élève tandis que dans les séances de Bruno et Bernard la GD est exclusivement au service de l'enseignement. Nous avons synthétisé ces différences en attribuant à chacun un profil :

- Anne « l'ambitieuse » : elle projette pour son enseignement l'utilisation d'outils et des usages variés.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

- Brune « la vigilante » : sous l'effet d'un vécu professionnel en salle informatique qu'elle juge insatisfaisant, elle porte une attention particulière aux conditions de gestion matérielle et de classe.
- Bernard « le résident de la salle info » : sa salle d'enseignement habituelle est une salle informatique. Il justifie ceci par sa fonction de responsable informatique du collège.
- Bruno « le fan du vidéo-projecteur » : il privilégie exclusivement l'usage d'un vidéo-projecteur dans sa salle de cours habituelle pour lequel il se juge plus à l'aise et efficace.

Potentialités de la GD dans les déclarations des enseignants

Les motivations des quatre enseignants, quant elles s'expriment sur un plan général (indépendamment d'une séance) sont relatives à une contribution aux apprentissages des élèves et au gain de temps, soulignées par la recherche. Les propos relatifs aux potentialités de la technologie restent cependant assez généraux, comme par exemple l'attente d'un « apport par rapport à l'enseignement habituel ». Dans le contexte du discours cela peut aussi bien concerner un apport relatif à l'apprentissage des élèves qu'une contribution à l'ambiance de la classe et au confort personnel de l'enseignant. Deux enseignantes (Anne et Brune) expriment aussi des potentialités qui ne sont pas spécifiquement liées à la GD, mais à la technologie en générale : confort personnel et gestion de classe à travers une rétro/vidéo-projection en salle de cours, formation générale des élèves et évolution de l'enseignement. Celles-ci se distinguent ainsi des potentialités de la GD mentionnées dans la recherche, qui se centrent sur l'apprentissage et l'enseignement des mathématiques.

Les séances effectives

Logiciels de GD utilisés

Deux logiciels de GD ont été utilisés lors des séances observées. Nous les avons analysés de façon à repérer les contraintes spécifiques induites par les choix des concepteurs et à prévoir les difficultés susceptibles d'intervenir lors de leurs usages en classe.

Nous avons considéré deux situations dans lesquelles un élève peut se trouver lors de l'utilisation d'un logiciel de GD. Notre analyse a montré que la réalisation de ces situations dépend des actions de l'élève nécessitant des connaissances spécifiques aux logiciels. La première est une situation où l'élève réalise les étapes du processus de création d'un objet et la deuxième correspond à la manipulation d'un objet à l'interface. Nous avons pu identifier sept actions différentes, constitutives de l'activité avec la GD, et des contraintes propres à

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

chacune. L'acquisition des connaissances spécifiques liées à l'utilisation des logiciels nous a semblé indispensable pour laisser un temps "significatif" à l'activité mathématique de l'élève.

Deux types d'usages privilégiés

Comme indiqué plus haut, nous nous sommes centrée sur les deux types d'usages repérés dans les manuels qui tirent réellement parti des possibilités de la GD : 'la GD comme environnement d'étude de l'élève', et 'la GD au service de l'enseignement'. Quatre séances des enseignants Anne, Brune et Bruno relevant de ces deux types d'usages nous ont semblées pouvoir apporter des réponses à nos questions.

Le type d'usage 'GD comme environnement d'étude de l'élève' est a priori le plus ambitieux. Les enseignantes observées (Anne et Brune) voient ce type d'usage comme celui où les potentialités et leurs aspirations peuvent le mieux se réaliser. Une des enseignantes observées le tente à nouveau après une période où elle s'est abstenue suite à des difficultés rencontrées lors d'une précédente tentative. Il existe donc une certaine conscience de ce que des difficultés peuvent être rencontrées, sans qu'elles soient clairement identifiées.

A la suite de l'observation, nous situons l'origine de ces difficultés dans une insuffisante prise en compte des besoins en instrumentation du logiciel par les élèves en lien avec une prise de conscience insuffisante des contraintes spécifiques du logiciel utilisé.

Le type d'usage 'GD au service de l'enseignement' observé dans les séances de Bruno, offre un moyen de minimiser les effets des contraintes des logiciels sur le déroulement prévu de la séance et l'activité des élèves. Basé sur l'usage d'un vidéo-projecteur, ce type d'usage fournit un espace collectif d'exploration dynamique et de monstration facilement maîtrisé par l'enseignant.

Nous avons identifié deux variables dont le positionnement pourraient permettre que l'espace collectif d'exploration favorise l'activité des élèves : le moment où l'usage de la GD se substitue à l'activité individuelle en papier-crayon et le contrôle de l'activation du logiciel. Dans la séance observée l'usage de la GD vient très vite et se fait sous le contrôle exclusif de l'enseignant. L'exploration est ainsi essentiellement dirigée par lui et semble faire difficilement sens pour les élèves.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

L'instrumentation de la GD par l'enseignant

L'étude de l'instrumentation de la GD par l'enseignant est une direction qui serait importante à poursuivre à partir des éléments obtenus dans la thèse. Nous l'esquissons ci-dessous pour chacun des trois enseignants.

Anne peut être considérée comme une enseignante qui tente de développer des pratiques avec des TICE dans l'esprit des incitations institutionnelles. Malgré son « ambition », elle réalise seulement quatre séances dans l'année avec deux classes différentes. Sur ces quatre séances, deux sont des séances d'initiation. Le faible nombre de séances s'explique notamment par la volonté de réaliser des usages d'autres outils, par exemple le tableur. Une des séances, que nous avons observée, témoigne très nettement d'une insuffisante prise en compte des besoins en instrumentation qui seraient nécessaires chez les élèves pour les objectifs poursuivis en lien avec une sous-estimation des contraintes spécifiques aux logiciels de GD

Pas plus que pour Anne, on ne peut parler pour Brune d'intégration de la GD. Cependant, ici aussi l'usage développé n'est pas anecdotique : il s'inscrit dans une pratique où les élèves ont rencontré la GD via le video-projecteur et que Brune souhaite faire évoluer, tout en redoutant les difficultés que cette évolution peut lui apporter. Nous pouvons donc voir la séance observée comme un moment important de la genèse instrumentale de la GD chez cette enseignante. Ce moment est marqué par des prises de conscience, certes encore limitées, tant du point de vue de la gestion de la classe que du rapport des élèves à la GD.

A la différence de l'enseignement en salle informatique qu'il a pratiqué auparavant, Bruno dispose avec le vidéo-projecteur, d'un espace d'exploration et de monstration qu'il peut maîtriser. Il tire parti de cette maîtrise pour avoir une gestion de la classe et du temps satisfaisante pour lui. Nous pouvons voir la pratique observée comme le résultat d'une genèse instrumentale de la GD, de l'enseignement en salle informatique à l'usage collectif du vidéo-projecteur en salle de cours. L'instrumentation de la GD que Bruno a réalisée semble stable et, pour lui, elle est satisfaisante. Nous avons mis en évidence certaines limites. Il lui sera sans doute difficile de les dépasser.

Le modèle de Ruthven et Hennessy

Nous avons pu ainsi observer et caractériser les motivations et pratiques de quatre enseignants représentatifs des usages des technologies réalisés par la petite minorité d'enseignants qui tentent de se conformer aux incitations institutionnelles. Nous voyons ainsi les limites de ces usages, la distance avec ce que serait une véritable intégration, mais aussi les efforts qu'ils

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

demandent aux enseignants et la façon dont ils s'inscrivent dans leur vécu professionnel. Pour tenter de caractériser plus finement le fonctionnement de ces enseignants dans sa complexité, nous avons souhaité tirer parti d'un modèle des attentes des enseignants par rapport à la technologie. Nous avons ainsi adopté le modèle proposé par Ruthven et Hennessy (2002) conçu à l'aide des attentes des enseignants par rapport à la technologie.

En partant de ce modèle et en confrontant les attentes au déroulement en classe, nous avons pu mettre en évidence un fonctionnement propre à chacun des enseignants observés et voir les conséquences sur la gestion de classe d'attentes non réalisées. A travers le cas de Anne, nous avons vu par exemple que le guidage fort des élèves sur le plan technique peut être un moyen mis en oeuvre par l'enseignant pour tenter d'atteindre l'objectif d'engagement intensifié des élèves grâce à la GD quand leurs besoins en instrumentation ont été sous-estimés. Ce guidage s'exerce au détriment de l'instrumentation du logiciel par les élèves et entraîne donc l'enseignant dans un cercle vicieux où les élèves ne peuvent progresser dans leur genèse instrumentale.

Perspectives de travail

Dans le temps limité de préparation de la thèse nous avons choisi de privilégier l'exploitation de nos observations et caractérisations pour 'faire fonctionner' le modèle de Ruthven et Hennessy plutôt que de les confronter au corpus d'observations issus de travaux de recherche dont nous avons analysé certains dans le premier chapitre de la thèse. Il reste donc à comparer nos résultats à ceux issus de travaux antérieurs de façon à préciser les connaissances nouvelles relatives aux pratiques des enseignants que permettent les spécificités de notre démarche.

Il reste aussi à étudier comment le modèle se situe ou complémente les approches généralement utilisées pour étudier la question de l'enseignant dans ses usages de technologies pour l'enseignement des mathématiques, notamment instrumentale et anthropologique. Notre hypothèse est qu'un tel modèle doit permettre de montrer comment ces différentes approches interagissent dans l'action du professeur.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Bibliographie

Bibliographie 1 : références sur l'enseignant et la technologie

A.-BLANCHARD M. (1994), *L'intégration de l'outil informatique à l'enseignement secondaire : symptômes d'un malaise*, Thèse de doctorat, Université Paris VII.

ARTIGUE M. (1998), Teacher training as a key issue for the integration of computer technologies, In D.Tinsley & D.C.Johnson (eds), *Information and Communication Technologies in School Mathematics*, pp. 121-130, Chapman & Hall, London.

ASSUDE T. & GELIS J.-M. (2001), La dialéctique ancien-nouveau dans l'intégration de Cabri-géomètre à l'école primaire, *Educational Studies in Mathematics*, 50, pp. 259-287.

ASSUDE T. & GRUGEON B. (2003), Enjeux et développements d'ingénieries de formation des enseignants pour l'intégration des TICE, In J.B. Lagrange et al. (eds.), In *Actes on line ITEM : Intégration des Technologies dans l'Enseignement des Mathématiques*, Reims, France 20-22 Juin 2003, http://archive-edutice.ccsd.cnrs.fr/ITEM2003/fr/

BALACHEFF N. (1994), La transposition informatique, un nouveau problème pour la didactique, In Artigue et al. (eds.), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*, pp. 364-370, La pensée sauvage éditions, Grenoble.

C.-DEDEOGLU N. & ERDOGAN E. (2003), La place des TICE dans les mémoires professionnels d'IUFM, In J.B. Lagrange et al. (eds.), In *Actes on line ITEM : Intégration des Technologies dans l'Enseignement des Mathématiques*, Reims, France 20-22 juin 2003, http://archive-edutice.ccsd.cnrs.fr/ITEM2003/fr/

CHEVALLARD Y. (1999), L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique, *Recherches en didactique des mathématiques*, 19 (2), pp. 221-266.

CHEVALLARD Y. (1998), À propos des TICE : transmission et appropriation du savoir, nouveaux rôles de l'enseignant, organisation de l'établissement, *Communication à l'université d'été à Toulouse*, 26-28 août 1998, http://www.aix-mrs.iufm.fr/formations/filieres/mat/fdf/topos2.html

CORNU B. (1992), L'évolution des mathématiques et de leur enseignement, In B. Cornu (Ed), *L'ordinateur pour enseigner les Mathématiques*, pp. 13-69, Paris : PUF.

DEFOUAD B. (2000), *Etude de genèses instrumentales liées à l'utilisation de calculatrices symboliques en classe de première S*, Thèse de Doctorat, Université Paris VII, Paris.

JONES K. & LAGRANGE J.B. (2003), Report Thematic Working Group 9: Tools and Technologies in Mathematical Didactics, In *CERME3: Third Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*, Bellaria, Italy 27 Feb - 2 Mar 2003, http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/proceedings/

KENDAL M., STACEY K. & PIERCE R. (2002), L'influence des environnements de calcul formel sur les modes de travail des enseignants, In Guin et Trouche (eds.), *Calculatrice symboliques. Transformer*

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

un outil en un instrument du travail mathématique : un problème didactique, pp. 117-149, La pensée sauvage éditions, Grenoble.

LABORDE C. (2001), Integration of technology in the design of geometry tasks with Cabri-geometry, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(3), pp. 283-317.

LABORDE C. (1999), L'activité instrumentée par des logiciels de géométrie dynamique, In *Actes de la Xe Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques*, Houlgate, Vol I, pp. 235-244.

LAGRANGE J-B. (2003a), Analysing the impact of ICT on mathematics teaching practices, In *CERME3: Third Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*, Bellaria, Italy, 27 Feb - 2 Mar 2003, http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/proceedings/

LAGRANGE J-B. (2003b), Elargissement du cadre d'analyse de l'usage des TIC dans l'enseignement des Mathématiques, In *Actes du séminaire national de didactiques des mathématiques*, Irem de Paris 7.

LAGRANGE J.B. (2000), L'intégration d'instruments informatiques dans l'enseignement : une approche par les techniques, *Educational Studies in Mathematics*, 43, pp.1-30.

LAGRANGE J.B., ARTIGUE M., LABORDE C. & TROUCHE L. (2003), Technology and mathematics education: a multidimensional study of the evolution of research and innovation, In A.J. Bishop , M.A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick and F.K.S. Leung (eds.), *Second International Handbook of Mathematics Education*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 237-271.

LAGRANGE J.-B. & GRUGEON B. (2003), Vers une prise en compte de la complexité de l'usage des TIC dans l'enseignement. Une méta-analyse des publications d'innovation et de recherche en mathématiques, *Revue Française de Pédagogie*, 143, pp. 101-111.

MONAGHAN J. (2004), Teachers' activities in technology-based mathematics lessons, *International Journal of computers for mathematical learning*, 9(3), pp. 327-357.

MONAGHAN J. (2001), Teachers' classroom interactions in Ict-based mathematics lessons, In M. van den Heuvel (ed), Proceedings *of the 25th International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. I, pp. 383-390, Utrecht, Netherlands: OW&OC.

MONAGHAN J. (1998), Les enseignants et la technologie, In D. Guin (ed), *Actes du Colloque : Calculatrices symboliques et géométriques dans l'enseignement des mathématiques*, pp.159-163, IREM de Montpellier.

P.-GLORIAN M.-J. (2002), Didactique des mathématiques, *Note de synthèse pour Cognitique, Programme Ecole et Sciences Cognitives : Les stratégies de l'enseignante en situation interaction*, pp. 167-189, http://archive-edutice.ccsd.cnrs.fr/view/edutice-000c00286/ consulté nov 2005.

RABARDEL P. (1999), Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques, In *Actes de la Xe Ecole d'été de didactique des mathématiques*, Vol I, pp. 203-213, 18-25 août 1999, Houlgate.

ROBERT A. (2003), *Analyse de vidéo de séances de classe : des tâches prescrites aux activités des élèves, en passant par des pratiques des enseignants de mathématiques (second degré),* Livret d'accompagnement, DIDIREM

ROBERT A. (2001), Les recherches sur les pratiques des enseignants et les contraintes de l'exercice du métier d'enseignant, *Recherches en didactique des mathématiques*, 21 (1.2), pp. 57-80.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

RUTHVEN K. & HENNESSY S. (2002), A practitioner model of the use of computer-based tools and resources to support mathematics teaching and learning, *Educational Studies in Mathematics*, 49, pp. 47–88.

SCHNEIDER E. (1998), La TI-92 dans l'enseignement des mathématiques – Des enseignant(e)s découvrent la didactique des mathématiques, In D. Guin (ed), *Actes du Colloque : Calculatrices symboliques et géométriques dans l'enseignement des mathématiques*, pp. 49-60, IREM de Montpellier.

Bibliographie 2 : références sur la géométrie dynamique

ASSUDE T., CAPPONI B., BERTOMEU P. & BONNET J.-F. (1996), De l'économie et de l'écologie du travail avec le logiciel Cabri-géomètre, *Petit x*, 44, pp. 53-79.

CABRI-GEOMETRE II, Manuel d'utilisation.

CHAACHOUA H. (1997), *Fonctions du dessin dans l'enseignement de la géométrie dans l'espace. Etude d'un cas : la vie des problèmes de construction et rapports des enseignants à ces problèmes*, Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble.

CLAROU P., CAPPONI B. & LABORDE C. (2001), Géométrie avec Cabri : scénarios pour le lycée, 155 p., Paris : CNDP.

GEOPLANW (VERSION 2), Ficher d'Aide implémenté dans le logiciel.

GOMES A. S. & VERGNAUD G. (2004), On the Learning of geometric concepts using Dynamic Geometry Software, *Novas Tecnologias na Educação,* 2(1), Março 2004, CINTED-UFRGS: http://www.cinted.ufrgs.br/renote/mar2004/artigos/40-alexGomes.pdf

HANNA G. (2000), Proof, explanation and exploration: an overview, *Educational Studies in Mathematics,* 44, pp. 5-23.

HEALY L. (2000), Identifying and explaining geometrical relationship: interactions with robust and soft Cabri constructions, In T. Nakahara and M. Koyama (Eds), *Proceedings of the 24th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. I, pp. 103-117, Hiroshima: Hiroshima University.

HEALY L. & HOYLES C. (2001), Software tools for geometrical problem solving: Potentials and pitfalls, *International Journal of Computers for Mathematical Learning,* 6(3), pp. 235-256.

HÖLZL R. (2001), Using dynamic geometry software to add contrast to geometric situations – A case study, *International Journal of Computers for Mathematical Learning,* 6(3), pp. 63–86.

JONES K. (2000), Providing a foundation for deductive reasoning: Students' interpretations when using dynamic geometry software and their evolving mathematical explanations, *Educational Studies in Mathematics,* 44, pp. 55–85.

LABORDE C. (2006), Constructions "dures", constructions "molles" en géométrie dynamique. Rôles et usages possibles par les élèves et les enseignants, *Séminaire DIDIREM-Université Paris 7*, 15 mars 2006 : http://eroditi.free.fr/Documents/Interventions/Didirem_2006/LabordeDIDIREMmars06.pdf

LABORDE C. (2000), Dynamic geometry environments as a source of rich learning contexts for the complex activity of proving, *Educational Studies in Mathematics,* 44, pp. 151-161.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

LABORDE C. (1997), Scénarios d'usage de Cabri-géomètre sur ordinateur ou calculatrice au lycée, In *Actes de l'université d'été : Des outils informatiques dans la classe aux calculatrices symboliques et géométriques : quelles perspectives pour l'enseignement des mathématiques ?*, pp. 97-103, Rennes, 26-31 août 1996, IREM de Rennes

LABORDE C. (1994), Les rapports entre visuel et géométrique dans un EIAO, In M. Artigue, R. Gras, C. Laborde & P. Tavignot (Eds), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*, pp. 387-394, Grenoble : La pensée sauvage éditions.

LABORDE C. & CAPPONI B. (1994), Cabri-géomètre constituant d'un milieu pour l'apprentissage de la notion de figure géométrique, *Recherches en Didactique des Mathématiques,* 14(1.2), pp. 165-210.

MARIOTTI M. A. (2001), Justifying and proving in the Cabri environment, *International Journal of Computers for Mathematical Learning,* 6(3), pp. 257-281.

MARIOTTI M. A. (2000), Introduction to proof: the mediation of a dynamic software environment, *Educational Studies in Mathematics,* 44, pp. 25-53.

MARIOTTI M. A. (2000b), La preuve en mathématiques, *Colloque EM 2000 : L'enseignement des Mathématiques dans les pays francophones au XXè siècle, et ses perspectives pour le début du XXIè siècle*, Grenoble, 15 –17 Juillet 2000 : http://em2000.imag.fr/Actes/

MARTIN Y. (1993), Cabri-géomètre: applications didactiques, *Expression*, 3, pp. 189-239 : http://www.reunion.iufm.fr/Recherche/Expressions/Sommaire3.htm

OLIVERO F. (2002), *The proving process within a dynamic geometry environment*, Doctoral thesis, Graduate School of Education, University of Bristol, Bristol.

PRATT D. & AINLEY J. (1997), The construction of meanings for geometric construction: two contrasting cases, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. 1(3), pp. 293-322.

SOURY-LAVERGNE, S. (1998), *Etayage et explication dans le préceptorat distant, le cas de TéléCabri*. Thèse de doctorat, Université Joseph-Fourier, Grenoble.

STRÄSSER R. (2001), Cabri-géomètre : Does dynamic geometry software (DGS) change geometry and its teaching and learning ?, *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 6(3), pp. 319–333.

Bibliographie 3 : bibliographie générale

BOSCH M. & CHEVALLARD Y. (1999), Ostensifs et sensibilité aux ostensifs dans l'activité mathématique, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19 (1), pp. 77-124.

CHEVALLARD Y. (1992), Concepts fondamentaux de la didactique : perspectifs apportées par une approche anthropologique, *Recherches en didactique des mathématiques*, 12 (1), pp. 73-111.

DOUADY R. (1986), Jeux de cadres et dialectique outil-objet, *Recherches en didactique des mathématiques*, 7 (2), pp. 5-32.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Bibliographie 4 : bibliographie complémentaire

HADAS N., HERSHKOWITZ R. & SCHWARZ B. (2000), The role of contradiction and uncertainty in promoting the need to prove in dynamic geometry environments, *Educational Studies in Mathematics,* 44, pp. 127-150.

MARIOTTI M. A. (2002), Influence of technologies advances on students'maths learning, In L. English, M.Bartolini Bussi, G. Jones, R. Lesh, & D. Tirosh (Eds.), *Handbook of International Research in Mathematics Education,* pp. 695-721, Lawrence Erbaum Associates.

MARRADES R. & GUTIERREZ A. (2000), Proofs produced by secondary school students learning geometry in a dynamic computer environment, *Educational Studies in Mathematics,* 44, pp. 87-125.

RABARDEL P. (1995), *Les hommes et les technologies - Approche cognitive des instruments contemporains*, Paris: Armand Colins.

SAXE G.B. (1991), *Culture and Cognitive Development: Studies in Mathematical Understanding*, Laurence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey.

TROUCHE L. (1996), *Etude des rapports entre processus de conceptualisation et processus d'instrumentation*, Thèse de doctorat, Université de Montpellier 2, Montpellier

VERGNAUD G. (1997), The nature of mathematical concepts, In T. Nunes & P. Bryant (Eds.), *Learning and Teaching Mathematics: An International Perspective*, pp.5-28, Hove: Psychology Press.

Bibliographie 5 : programmes et manuels scolaires

Programmes scolaires et documents d'accompagnement

Programmes des mathématiques et documents d'accompagnement des classes de 6e, 5e, 4e, 3e entrées en vigueur respectivement à la rentrée scolaire 1996, 1997, 1998 et 1999, CNDP, 2003, Paris :

www.cndp.fr/secondaire/mathematiques/

Supports informatiques des manuels consultés sur Internet

http://www.editions-belin.com http://www.editions-bordas.com http://www.editionsdidier.com
http://www.hachette-education.com http://www.editions-hatier.fr http://www.nathan.fr

Livres d'élève et du professeur

Nous avons signalé les livres du professeur consultés par un '*' en fin de référence.

AMIOT M., BURLAUD J.-F., DEAT J., LAMPIN M.-T., MALAVAL J., MOREAU R., (1998), *Nouveau transmath 4e*, Nathan*

BARBERI D., CESARO J., CONCAS C., ESCALIER E., GERMONI M., GERMONI L., PUPIN C., (2002), *Médiamath 4e*, Bordas

BERNARD J.-C., HOCQUART H., JEUFFROY M., PICCHIOTTINO J.-D., (2003), *Multimath 3e*, Hatier

BONNEFOND G., DAVIAUD D., REVRANCHE B., (1996), *Le nouveau Pythagore 6e*, Hatier*

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

BONNEFOND G., DAVIAUD D., REVRANCHE B., (1997), *Le nouveau Pythagore 5e*, Hatier

BONNEFOND G., DAVIAUD D., REVRANCHE B., (1998), *Le nouveau Pythagore 4e*, Hatier

BONNEFOND G., DAVIAUD D., REVRANCHE B., (1999), *Le nouveau Pythagore 3e*, Hatier

BOULANGER F., BOURDAIS M., DELORD R., VINRICH G., WOILLEZ D., (2001), *Cinq sur cinq 5e*, Hachette

BOURDAIS M., CAZANAVE-NEBOUT N., DELORD R., VINRICH G., (2002), *Cinq sur cinq 4e*, Hachette

BOURDAIS M., CAZANAVE-NEBOUT N., DELORD R., VINRICH G., (2003), *Cinq sur cinq 3e*, Hachette

BOURDAIS M., DELORD R., VINRICH G., (1996), *Cinq sur cinq 6e*, Hachette*

BOURDAIS M., DELORD R., VINRICH G., (1997), *Cinq sur cinq 5e*, Hachette*

BOURDAIS M., DELORD R., VINRICH G., (1998), *Cinq sur cinq 4e*, Hachette*

BOURDAIS M., DELORD R., VINRICH G., (1999), *Cinq sur cinq 3e*, Hachette

BOURDAIS M., DELORD R., VINRICH G., WOILLEZ D., (2000), *Cinq sur cinq 6e*, Hachette

BRANDEBOURG P., COURBON D., MALAVAL J., MOREAU R., PLANCHAT C., SERES P., (1999), *Nouveau transmath 3e*, Nathan*

CAFFE P., COURBON D., MALAVAL J., MAZE M., MOREAU R., PLANCHAT C., SERES P., (2001), *Transmath 5e*, Nathan*

CHAPIRON G., MANTE M., MULET-MARQUIS R., PEROTIN C., (1996), *Triangle 6e*, Hatier*

CHAPIRON G., MANTE M., MULET-MARQUIS R., PEROTIN C., (1997), *Triangle 5e*, Hatier*

CHAPIRON G., MANTE M., MULET-MARQUIS R., PEROTIN C., (1998), *Triangle 4e*, Hatier

CHAPIRON G., MANTE M., MULET-MARQUIS R., PEROTIN C., (1999), *Triangle 3e*, Hatier

CHAPIRON G., MANTE M., MULET-MARQUIS R., PEROTIN C., (2000), *Triangle 6e*, Hatier

CHAPIRON G., MANTE M., MULET-MARQUIS R., PEROTIN C., (2001), *Triangle 5e*, Hatier

CHAPIRON G., MANTE M., MULET-MARQUIS R., PEROTIN C., (2002), *Triangle 4e*, Hatier*

CHAPIRON G., MANTE M., MULET-MARQUIS R., PEROTIN C., (2003), *Triangle 3e*, Hatier*

CHARMARTY O., FREYCENET P., MERLIER J.-M., (2003), *Diabolo 4e*, Hachette

CHARMARTY O., MERLIER J.-M., FREYCENET P., (2004), *Diabolo 3e*, Hachette

CONCAS C., ESCALIER E., GERMONI M., GERMONI L., PUPIN C., SERRA E., (2003), *Serra 3e*, Bordas

CORRIEU L., BATIER C., LABROUSSE M., LEBRAUD J., (1996), *Math 6e*, Délagrave

CORRIEU L., BATIER C., LABROUSSE M., LEBRAUD J., (1997), *Math 5e*, Délagrave*

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

COURBON D., MALAVAL J., MAZE M., MOREAU R., PLANCHAT C., RIVIERE O., SERES P., (2000), *Transmath 6e*, Nathan*

COURBON D., MALAVAL J., PUIGREDO F., MAZE M., PLANCHAT C., SAINFORT A., SERES P., (2003), *Transmath 3e*, Nathan

COURIVAUD C., DODARD A., GERALD N., JACOB N., RIOU E., RONCIN P., (2003), *Trapèze 3e*, Bréal*

DEAT J., MAZE M., PLANCHAT C., SAINFORT A., SERES P., (2002), *Transmath 4e*, Nathan

DENIEUL J., REDDING A., SAMSON C., TAILLADE F., VAN BLITZ M., (1998), *Tout simplement 4e*, Hachette

DENUX C., JARDONNET M., LAMPIN M., LECUREUX M.-H., (1996), *Nouveau transmath 6e*, Nathan

Denux C., Moreau R., Lampin M., Mattiussi C., (1997), *Nouveau transmath 5e*, Nathan*

DEPRESLE P., (1996), *Décimale 6e*, Belin

DEPRESLE P., PENE N., (2000), *Nouveau décimale 6e*, Belin

DEPRESLE P., PENE N., (2001), *Nouveau décimale 5e*, Belin

DEPREZ M., GRAMAIN A., GRILLOT-MOUSNY M., HASQUENOPH-BERNOU B., LANDRE C., LERICHE G., (2000), *Gramain 6e*, Bordas*

ESCALIER E., FILIOT B., GERMONI M., HELLER M.-C., PUPIN C., SERRA E., (1997), *Serra 5e*, Bordas

ESCALIER E., FILIOT B., GERMONI M., HELLER M.-C., PUPIN C., SERRA E., VERRIER C., (2001), *Serra 5e*, Bordas

FILIOT B., GERMONI M., GERMONI L., PUPIN C., SERRA E., VERRIER C., (1996), *Serra 6e*, Bordas

FILIOT B., GERMONI M., GERMONI L., PUPIN C., SERRA E., VERRIER C., (2000), *Serra 6e*, Bordas

FOURTON J.-L., LANOËLLE A., NASSIET F., PERRINAUD J.-C., (2001), *Dimathème 5e*, Didier

FOURTON J.-L., LANOËLLE A., NASSIET F., PERRINAUD J.-C., (2002), *Dimathème 4e*, Didier

FOURTON J.-L., LANOËLLE A., NASSIET F., PERRINAUD J.-C., (2003), *Dimathème 3e*, Didier

GERALD N., JACOB N.,RIOU E., COURIVAUD C., DODARD A., RONCIN P., (1999), *Trapèze 3e*, Bréal

GOUTODIER M., (2000), *Les petits manuels Hatier 6e*, Hatier

GOUTODIER M., LEVI M.-C., (2001), *Les petits manuels Hatier 5e*, Hatier

GOUTODIER M., LEVI M.-C., (2002), *Les petits manuels Hatier 4e*, Hatier

GOUTODIER M., LEVI M.-C., (2003), *Les petits manuels Hatier 3e*, Hatier

LANOËLLE A., NASSIET F., PERRINAUD J.-C., PORTE D., (1997), *Dimathème 5e*, Didier

LANOËLLE A., NASSIET F., PERRINAUD J.-C., PORTE D., RIVOALLAN, (1998), *Dimathème 4e*, Didier

LANOËLLE A., NASSIET F., PERRINAUD J.-C., PORTE D., RIVOALLAN, (2000), *Dimathème 6e*, Didier*

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

LANOËLLE A., NASSIET F., PERRINAUD J.-C., RIVOALLAN, (1999), *Dimathème 3e*, Didier*

LE HIR G., LANATA F., HUVEY S., DELIEZ D., BORREANI J., (2002), *Maths 4e*, Magnard

LE HIR G., LANATA F., HUVEY S., DELIEZ D., BORREANI J., (2003), *Maths 3e*, Magnard

LEMETAIS B., LE HIR G., BORREANI J., BERTIN P., (2000), *Maths 6e*, Magnard

LEMETAIS B., LE HIR G., BORREANI J., BERTIN P., (2001), *Maths 5e*, Magnard

PENE N., DEPRESLE P., (2002), *Nouveau décimale 4e*, Belin

PENE N., DEPRESLE P., (2003), *Nouveau décimale 3e*, Belin

PÈNE N., DEPRESLE P., GEORGE L., MAZAUD P., (1998), *Décimale 4e*, Belin

PÈNE N., DEPRESLE P., GEORGE L., MAZAUD P., (1999), *Décimale 3e*, Belin

PENE N., DEPRESLE P., LELARGE B., (1997), *Décimale 5e*, Belin

REDDING A., DENIEUIL J., (1999), *Tout simplement 3e*, Hachette*

SERRA E., (1998), *Serra 4e*, Bordas

SERRA E., (1999), *Serra 3e*, Bordas *

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Annexes

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Sommaire des annexes

Annexe 1. La place des TICE dans les mémoires professionnels d'IUFM 309

Annexe 2. Grilles d'analyse des manuels 323

2.1. Première grille : liste de tous les manuels analysés, présence de la GD et d'un support informatique 323

2.2. Deuxième grille : proportion des propositions d'usages de la GD dans les manuels 327

2.3. Troisième grille : contenu des supports informatiques des manuels 337

Annexe 3. Texte renseignant les enseignants sur la méthodologie d'observation des séances 341

Annexe 4. Fiches d'entretien produites à partir des entretiens avec les enseignants 343

4.1. Quelques précisions pour la lecture des fiches 343

4.2. Enseignante Anne 344

4.3. Enseignante Brune 346

4.4. Enseignant Bernard 350

4.5. Enseignant Bruno 354

Annexe 5. Protocoles et documents des séances d'observation 357

5.1. Conventions de transcription des protocoles 357

5.2. La séance Anne-5-I : « cercle circonscrit à un triangle » 359

5.3. La séance Anne-4-II : « droites remarquables dans un triangle » 383

5.4. La séance Brune-6-I : « droites perpendiculaires » 404

5.5. La séance Bernard-4-I : « droites remarquables d'un triangle » 413

5.6. La séance Bruno-5-I : « inégalité triangulaire » 424

5.7. Entretien de bilan sur les séances d'observation avec Bruno 435

Annexe 6. Les déclarations des enseignants : potentialités de la GD et thèmes 439

6.1. Tableau récapitulatif pour Anne 439

6.2. Tableau récapitulatif pour Brune 440

6.3. Tableau récapitulatif pour Bruno 440

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Annexe 1. La place des TICE dans les mémoires professionnels d'IUFM

(Communication rédigée en collaboration avec E. Erdogan pour le colloque ITEM 2003)

Résumé: *Dans ce travail nous nous centrons sur l'utilisation des TICE par des professeurs stagiaires de mathématiques vue à travers une analyse de mémoires professionnels. Nous nous intéressons en effet aux conditions réelles de l'intégration des TIC à l'enseignement et considérons les pratiques des enseignants « ordinaires » comme une source essentielle de connaissance. Les professeurs stagiaires constituent un public intéressant avec un rapport aux TICE a priori favorable et l'on s'attend à des effets de la formation. Nous analysons leurs mémoires comme une trace écrite de leurs pratiques permettant de repérer les fonctions qu'ils attribuent aux TICE et la façon dont ils les mettent en œuvre. Nous nous appuyons sur la disponibilité de données sur les mémoires sur les sites Web des IUFMs. A partir d'une analyse quantitative de ces données (proportion de mémoires concernant les TICE, technologies utilisée, problématiques), nous repérons des « types de TICE » privilégiés ainsi que des liens entre ces types et des problématiques.*

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

L'intégration des TIC à l'enseignement des mathématiques est étudiée par la didactique depuis plus des vingt ans. La recherche s'est intéressée plus récemment à l'enseignant utilisateur des TICE. Des auteurs comme (Monaghan, 2001, Stacey, 2001, Lagrange, 2003) se sont penchés sur le cas d'enseignants « ordinaires » tentant d'utiliser les TICE et ont fait l'hypothèse que les pratiques de ces enseignants sont une source essentielle de connaissance sur les conditions réelles dans lesquelles les TIC peuvent effectivement contribuer à l'enseignement/apprentissage des Mathématiques. Ils rejoignent des analyses antérieures comme (Artigue, 1998) qui mettent l'accent sur les obstacles à l'intégration des TICE découlant d'une insuffisante analyse didactique.

Nous nous sommes donné comme projet dans notre travail de thèse de contribuer à l'étude des pratiques d'enseignants ordinaires en environnement informatique, dans le but de faire progresser les connaissances didactiques sur l'intégration. Nous voyons le fonctionnement de l'enseignant comme un système « complexe et cohérent » (Robert, Rogalski, 2002). Nous faisons l'hypothèse que les potentialités et contraintes des TIC viennent renforcer la complexité tout en rendant la cohérence difficile à trouver. Dans notre travail de thèse, à l'aide de différentes méthodologies (observations de classe, entretiens…) nous recherchons comment de nouveaux équilibres parviennent à s'installer.

Nous nous intéressons notamment

- aux fonctions attribuées par les enseignants aux TICE,
- aux conditions dans lesquels ces fonctions sont assurées.

Nous nous centrons dans cet article sur les professeurs stagiaires d'IUFM qui nous semblent un public intéressant pour les raisons suivantes que nous allons préciser

- dimension « nouvel enseignant » et effets de formation,
- disponibilité de « traces de pratiques » rédigées, notamment les mémoires professionnels.

Les nouveaux enseignants et la formation aux TICE

Ce public présente un rapport aux TIC généralement meilleur que celui de leurs aînés, et une formation à l'IUFM qui devraient leur faciliter l'utilisation des TICE dans les classes et donc l'intégration de ces outils dans leurs pratiques professionnelles. Un texte ministériel[1] précise le rôle des IUFMs dans la formation initiale des enseignants aux TICE : « Les IUFMs ont un rôle essentiel à jouer dans cette évolution : ils ont à préparer l'ensemble des futurs enseignants à l'usage des technologies d'information et de communication et à anticiper les compétences qui seront demain nécessaires à tout enseignant pour les intégrer, dès aujourd'hui, dans les différentes composantes de la formation ».

Concernant les pratiques, des obstacles pourraient néanmoins exister, comme en témoigne une recherche menée par le GRETIC (IUFM de Reims, 2001) sur les professeurs stagiaires de toutes disciplines, du premier et du second degrés.

Les professeurs stagiaires enquêtés dans cette recherche se disent en effet prêts aux usages en classe dès leur première année, mais les TIC apparaissent assez marginales par rapport au "cœur de la profession". Les motivations des professeurs stagiaires sont en rapport avec une meilleure préparation des élèves à leur vie en société ou avec des préoccupations pédagogiques (gestion de l'hétérogénéité) plutôt qu'avec une contribution aux apprentissages.

Les mémoires professionnels comme traces de pratiques

Pour étudier plus particulièrement les professeurs stagiaires de Mathématiques, il nous a semblé intéressant de considérer les mémoires professionnels d'IUFM. Qu'est-ce qu'un mémoire ? Le mémoire professionnel constitue une partie de l'évaluation des enseignants stagiaires en 2ème année d'IUFM avec les modules de formation en IUFM et le stage en responsabilité. Ce choix de recueil de données pour notre travail, vient des caractéristiques du mémoire professionnel : « il s'appuie sur l'analyse des pratiques, rencontrées en particulier lors du stage en responsabilité et doit permettre de vérifier les capacités du professeur stagiaire à identifier un problème ou une question concernant ces pratiques, analyser ce problème et proposer des pistes de réflexion ou d'action en se référant aux travaux existant dans ce domaine »[2]. Le mémoire est donc un écrit sur une pratique effective en lien avec les préoccupations professionnelles du professeur stagiaire. Une analyse de mémoires centrés sur les TICE doit donc permettre un repérage des fonctions attribuées par de nouveaux enseignants aux TICE et des conditions de leur mise en œuvre.

---

[1] « *La formation initiale des enseignants et les Technologies de l'Information et de la Communication* », http://www.iufm.education.fr/TIC/texte-ministeriel.htm

[2] Texte officiel : circulaire N°91-202 du 2 juillet 1991

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Cette étude de « jeunes enseignants » avec comme données les traces rédigées de pratiques est complémentaire d'autres études que nous menons dans notre thèse sur des enseignants en poste à partir d'observations de séances en classe.

Méthodologie

Nous avons choisi une méthodologie nouvelle, s'appuyant sur la disponibilité de données sur les mémoires sur les sites Web des IUFMs. Elle nous permet de faire une recherche dans différents IUFMs en France. Le public concerné est plus particulièrement les professeurs stagiaires de mathématiques de 2nde degré en conformité avec les objectifs de thèse.

Ce travail comporte deux parties. Nous avons fait une étude quantitative : proportion de mémoires concernant les TICE, technologies utilisées (calculatrice, logiciel, Internet, etc.), niveau de la classe et un classement de leurs problématiques. Nous nous proposons par la suite de compléter cette étude par un travail qualitatif en analysant quelques mémoires dont le texte est en ligne.

Cette méthodologie nous permet d'étudier quantitativement et qualitativement un nombre important de mémoires et donc de pratiques. Elle comporte un biais évident puisque nous considérons seulement les professeurs stagiaires ayant choisi de rédiger un mémoire dans le domaine des TICE. Tout en gardant à l'esprit ce biais, nous pensons que les pratiques ainsi étudiées sont représentatives de ce qu'il est possible à un enseignant débutant de réaliser au cours de son année de stage.

Les données

Nous avons consulté les sites de tous les IUFMs en France et trouvé des données[3] sur 10 IUFMs. Une majorité propose des résumés et mots clés en plus des titres et quelques-uns présentent des mémoires en ligne. Ces éléments nous servent à dresser un tableau général de l'usage des TICE dans les pratiques des enseignants stagiaires que nous interprétons ensuite.

Nous repérons tout d'abord les mémoires concernant les TICE. Puis nous regardons la répartition des outils informatiques (types de TICE) et des niveaux de classe dans ces mémoires. Différents éléments présents sur les sites des IUFM nous servent à identifier des problématiques retenues par les enseignants stagiaires, ce qui contribue au repérage des fonctions qu'ils attribuent aux outils informatiques.

Dans le premier tableau, nous présentons la répartition de ces donnés parmi ces 10 IUFMs. La 1ère colonne indique ces 10 IUFMs. Les IUFMs étant désignés tantôt par un nom de région, tantôt par une ville, siège de l'Académie, nous prendrons le nom du siège d'Académie. Les dates de réalisation des mémoires que nous avons trouvés en ligne changent d'un IUFM à l'autre. La 2ème colonne indique les

[3] Le recensement a été limité au mois de novembre 2002.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

années au cours desquelles ces mémoires ont été réalisés. Dans la 3ème colonne nous présentons les informations sur les mémoires données sur le site de chaque IUFM. Le nombre de mémoires concernant les TIC, le nombre total des mémoires disponibles sur le site d'IUFM et le pourcentage des mémoires sur les TIC dans l'ensemble des mémoires sont présentés dans les trois dernières colonnes.

Nous avons décidé qu'un mémoire porte sur les TICE de la manière suivante : tout d'abord à partir du résumé, s'il existe et si sa problématique inclue l'usage des TICE, ou sinon à partir du seul titre s'il fait mention d'un outil ou des TICE en général.

IUFM	**Dates de réalisation des mémoires**	**Informations données sur les mémoires**	**Nombre de mémoires sur TIC**	**Nombre de mémoires au total**	**Fréquence de mémoires sur TIC**
Dijon	2000-2002	Titres	4	23	17.4 %
Grenoble	1996-2002	Titres, résumés, mots clé	4	78	5.1 %
Lille	1998-2002	Mémoires	7	67	10.4 %
Limoges	1999-2002	Titres (1999-2001), Mémoires (2002)	5	61	8.2 %
Montpellier	2000	Mémoires	1	41	2.4 %
Poitiers	1997-2000	Titres	3	33	9.1 %
Reims	2000-2002	Titres, résumés, mots clé, sommaire	6	38	15 %
Rennes	2002	Titres, résumés, mots clé	9	46	19.5 %
Réunion	1992-1999	Titres, Mémoires (quelques)	8	84	9.5 %
Toulouse	1999-2002	Titres, résumés, mots clé	12	111	10.8 %
TOTAL			**59**	**582**	**10 %**

Tableau 1

Sur 582 mémoires disponibles, 10 % environ portent sur les TICE et cette proportion varie relativement peu d'un IUFM à l'autre (l'écart type des pourcentages de la colonne de droite est de 5.28 %). Les mémoires concernant les TIC sont donc une minorité. Les professeurs stagiaires qui choisissent de rédiger un mémoire sur les TICE ne sont peut-être pas les seuls à tenter ainsi une mise en œuvre des TICE au cours de leur année de stage, mais nous pensons que si l'utilisation des TICE était générale chez les professeurs stagiaires le nombre de mémoires qui leur sont consacrés serait supérieur à 10 %. Ces professeurs stagiaires qui concrétisent les dispositions relevées dans l'enquête du GRETIC pour une mise en œuvre dès l'entrée dans la profession existent donc, mais sont vraisemblablement en minorité.

Le tableau suivant présente la répartition des niveaux de classes dans les mémoires réalisés sur les TICE. Nous donnons aussi dans le tableau les « codes » qui permettent de repérer les mémoires, notamment certains qui seront étudiés plus précisément dans la suite. Les titres des mémoires sont donnés en annexe.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

IUFM	**Niveau de classe travaillée dans les mémoires sur TIC**				**Total TIC**		**Total mémoire**
	Lycée	collège	mixte	non précisé		Codes des mémoires[4]	
Dijon	3	-	1	-	4	D1, D2, D3, D4	23
Grenoble	1	2	-	1	4	G1, G2, G3, G4	78
Lille	5	1	1	-	7	LL1, LL2, LL3, LL4, LL5, LL6, LL7	67
Limoges	3	1	-	1	5	LM1, LM2, LM3, LM4, LM5	61
Montpellier	-	1	-	-	1	M1	41
Poitiers	2	-	-	1	3	P1, P2, P3	33
Reims	4	1	-	1	6	RM1, RM2, RM3, RM4, RM5, RM6	38
Rennes	5	4	-	-	9	REN1, REN2, REN3, REN4, REN5, REN6, REN7, REN8, REN9	46
Réunion	4	1	-	3	8	REU1, REU2, REU3, REU4, REU5, REU6, REU7, REU8	84
Toulouse	5	4	2	1	12	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10	111
TOTAL	**32**	**15**	**4**	**8**	**59**		**582**

Tableau 2

Différents « type de TICE »

Le tableau montre que les mémoires sur les TIC au niveau lycée sont plus nombreux que ceux réalisés au niveau collège. Une étude plus fine montre que la classe la plus concernée est la classe de Seconde (15-16 ans). Nous savons que les stagiaires affectés en lycée enseignent très souvent au niveau Seconde mais la raison de cette forte proportion de stagiaires de lycée affectés en Seconde préparant leur mémoire sur les TICE peut être due à deux aspects du programme de Seconde : tout d'abord, le contenu mathématique de Seconde et les instructions comportent des aspects particuliers vis à vis des TIC que nous allons reprendre et détailler dans la suite. En second lieu, l'enseignement modulaire[5] en Seconde peut faciliter pour les stagiaires enseignant à ce niveau l'organisation de la séance et la gestion de sa classe, alors que des stagiaires enseignant en collège et dans d'autres classes de lycée ne disposent pas de cette facilité. Le tableau 3 montre la répartition des outils informatiques (calculatrice, logiciels de géométrie dynamique, tableur, etc.) utilisés dans l'ensemble des mémoires aux deux niveaux de l'enseignement secondaire (collège et lycée). Nous désignons par « type de TICE » l'usage d'un outil donné à un niveau donné.

[4] Nous avons attribué un code avec initiales de la ville siège de l'académie à chaque mémoire trouvé.

[5] Les enseignements modulaires se font en demi classe et ils sont censés trouver des réponses à certains problèmes pédagogiques que la classe entière, pour raison d'effectif et d'hétérogénéité, ne permet guère de traiter. Ils consistent en un certain nombre d'heures mises à la disposition des enseignements de classe de seconde dans les quatre disciplines concernées (mathématiques, français, langue vivante, histoire/géographie).

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	Type de TICE																			
	Calculatrice				Logiciels de géométrie				Tableur				Internet				Autres et non précisé[6]			
	L	C	M	N	L	C	M	N	L	C	M	N	L	C	M	N	L	C	M	N
	13	1	3	3	5	11	5	2	5	3	-	-	2	1	1	1	6	1	1	2
Total	**20**				**23**				**8**				**5**				**10**			

Tableau 3

L : lycée, C : collège, M : lycée et collège, N : Niveau non précisé.

Les outils les plus représentés dans les mémoires sont la géométrie dynamique (23 mémoires) et les calculatrices (20 mémoires). Remarquons aussi que ces deux outils sont très différemment répartis sur les deux niveaux de l'enseignement secondaire. Parmi les 14 mémoires portant sur les calculatrices et un niveau précisé, 13 concernent le lycée. Parmi les 16 mémoires portant sur la géométrie dynamique et un niveau précisé, 11 concernent le collège. Le tableur et l'Internet viennent loin derrière et ne présentent pas cette polarisation sur un niveau.

Il existe donc deux « types de TICE » (géométrie dynamique au collège et calculatrices au lycée) qui constituent des choix préférentiels pour les auteurs de mémoires. Ils regroupent 24 mémoires sur les 41 où l'outil et le niveau peuvent être repérés. Nous allons analyser ce choix préférentiel. Remarquons tout d'abord que ces types de TICE correspondent à des usages recommandés par les programmes. Cependant les programmes recommandent aussi d'autres usages qui apparaissent moins dans les choix des professeurs stagiaires.

Au collège

Considérons d'abord les programmes de collège. Ils insistent certes sur la géométrie dynamique mais recommandent aussi l'utilisation des calculatrices élémentaires dans les domaines numériques et du tableur en statistiques.

En géométrie au collège, la construction et la reproduction des figures ainsi que la visualisation des objets de l'espace occupent une grande place. L'enseignement de la démonstration commence avec une place importante donnée à la conjecture. La place de la géométrie dynamique dans les mémoires concernant le collège nous semble indiquer que cette géométrie du collège est assez facilement compatible avec l'usage de la géométrie dynamique.

Les programmes de collège recommandent l'emploi des calculatrices comme pratique du calcul complémentaire au calcul papier/crayon ainsi que des usages plus ponctuels comme l'utilisation des touches $\sqrt{\ }$, COS, x^{-1} ou 1/x pour déterminer une valeur approchée. Nous pensons que le calcul « instrumenté » recommandé par les programmes pose des problèmes de gestion de classe à l'enseignant. Par exemple, l'absence de support écrit ne permet pas d'avoir une trace des procédures

[6] Certains mémoires ne précisent pas le type de TICE étudié. Ils utilisent les mots « outil informatique, l'ordinateur ou logiciel » pour désigner l'outil étudié.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

des élèves et rend difficile le repérage de leur cheminement de résolution. De plus, il semble que le calcul instrumenté soit vu par les professeurs comme un obstacle au développement de compétences calculatoires. Ces difficultés nous paraissent à l'origine du petit nombre de mémoires portant sur la calculatrice au collège.

L'initiation à l'utilisation du tableur est mentionnée dans les programmes de 4ème et de 3ème. Il est considéré comme un outil rapide d'exploration en statistiques. Il permet des approches nouvelles de l'apprentissage de l'algèbre. De plus, le fait que cet outil soit connu par les élèves grâce à leur cours de technologie devrait faciliter son usage. Pourtant l'usage du tableur dans l'enseignement des mathématiques ne va pas de soi (Haspekian, 2003), et pose lui aussi des problèmes de gestion de classe à l'enseignant qui comme pour les calculatrices expliquent que peu de mémoires s'y attaquent.

Au lycée

Les programmes de lycée mettent l'accent sur les calculatrices graphiques, mais mentionnent également la géométrie dynamique, le tableur et le calcul formel.

En Seconde, la partie numérique du programme porte sur les ensembles de nombre, les problèmes de calcul numérique et algébrique, l'étude des fonctions et les statistiques avec un rôle important joué par la simulation. Le nombre important de mémoires concernant les calculatrices au lycée peut être interprété comme la prise en compte, de la part des stagiaires, des apports d'une calculatrice de type lycée pour étudier ces sujets. Les possibilités graphiques (module de tracé de courbes, base de fonctions…) et numériques (tables...) de ces calculatrices enrichissent de l'approche des fonctions et facilitent le travail dans différents registres (numérique et graphique). La calculatrice est également considérée comme un outil de simulation simple pour la statistique.

Au lycée en géométrie, les programmes recommandent l'utilisation de logiciels de géométrie et insistent sur la démonstration. Considérons le contenu de géométrie de la classe de Seconde : il s'appuie sur les acquis de collège et limite le nombre de notions nouvelles à introduire. Il se différencie de celui de collège par la place donnée à la démonstration : par exemple pour la géométrie plane, il est proposé de prendre du temps pour la recherche de problèmes en utilisant essentiellement les outils théoriques des classes de collège. Le fait que les mémoires portant sur la géométrie dynamique au lycée soient peu nombreux s'explique pour nous par une difficulté plus grande à utiliser ce type de logiciel dans une géométrie différente de celle du collège.

L'utilisation du tableur est aussi recommandée dans le programme de lycée. Cette utilisation reste en minorité comme c'est le cas en collège, dans les mémoires professionnels. Cela nous conduit à penser que cette difficulté d'intégration du tableur est indépendante du niveau (contrairement à la géométrie dynamique et aux calculatrices). Le cas du calcul formel est plus délicat à considérer. D'une part les programmes le recommandent seulement au niveau 1ère et Terminale et nous avons très peu de

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

mémoires à ce niveau. D'autre part, des mémoires sur les calculatrices peuvent comporter des aspects sur le calcul formel sans que cela apparaisse dans les éléments que nous avons. Cependant, le fait qu'aucun mémoire n'ait une problématique portant explicitement sur le calcul formel est pour nous à mettre en relation avec les opinions dominantes sur les obstacles que poserait le calcul formel à l'acquisition de compétences en calcul algébrique, ce qui rejoint ainsi notre analyse sur le calcul instrumenté au collège.

Des choix préférentiels

A partir de cette analyse des « types de TICE » en regard des programmes nous considérons qu'il existe bien des choix préférentiels de la part des professeurs stagiaires. Les mémoires portent généralement sur les types de TICE « les plus écologiquement viables » (Chevallard, 1992), c'est à dire ceux dont les usages peuvent le plus facilement s'insérer dans une pratique d'enseignement peu modifiée à un niveau donné. L'analyse différencie des usages qui rendent directement des services (géométrie dynamique pour une géométrie de construction et de conjecture au collège, calculatrices pour l'approche des fonctions au lycée et la statistique) et ceux qui remettent en cause des aspects fondamentaux de l'enseignement à un niveau donné (calcul numérique au collège, calcul algébrique et démonstration au lycée) et posent des problèmes de gestion de classe.

Les problématiques

Pour approfondir cette analyse, il nous semble intéressant de repérer plus précisément le type d'usage réalisé dans ces mémoires et ceci à travers l'étude de leurs problématiques. La problématique d'un mémoire est l'ensemble des questions que l'enseignant stagiaire se pose relativement à une pratique de classe effective. Dans le cas qui nous intéresse, il s'agit de pratiques utilisant les TICE.

Dans le tableau 1, nous avons relevé les types d'informations sur les mémoires disponibles sur les sites d'IUFMs. Une majorité proposait des résumes. A partir de ces résumés nous avons repéré et classifié des problématiques.

Nous considérons deux grandes classes, puis des sous-classes. La première classe considère les TICE de façon générale alors que la seconde adresse un contenu mathématique précis.

1. Niveau général

a. Apports et mise en oeuvre en classe : ces mémoires ont pour objectif de montrer des apports de l'outil informatique à un niveau général en proposant des exemples d'utilisation des outils informatiques en classe.
« Ce mémoire propose, comme son titre l'indique des exemples d'utilisation de calculatrices et de tableurs en classe de seconde tout en illustrant ce que ces outils peuvent apporter à l'enseignement des mathématiques », LL5

b. Avantages / inconvénients généraux : ces mémoires discutent les avantages mais aussi les limites de l'outil informatique à partir d'expériences d'utilisation.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

« Ce mémoire a donc pour objectif de mieux comprendre la manipulation de la calculatrice par les élèves et d'apporter aux élèves une meilleure compréhension de la machine eu leur montrant les avantages, mais aussi les inconvénients qu'elle peut apporter. », RM4

c. Motivation, rapports élève/professeur : ces mémoires étudient la représentation des outils informatiques chez les élèves et chez les professeurs, notamment l'influence sur la motivation des élèves.
« Dans ce mémoire nous étudions l'apport que peut fournir l'outil informatique dans ce dispositif, avec en arrière pensé les questions suivantes: Comment combler les lacunes de ces élèves? Comment les remotiver et leur donner confiance en eux? », REN2

2. Niveau spécifique

a. Conjecture/démonstration, démarche de résolution : ces mémoires ont pour objectif de montrer ce que ces outils peuvent apporter dans la phase de conjecture et de démonstration.
« L'objet de ce mémoire est l'étude de conjecture en classe de quatrième et l'aide éventuelle apportée par la calculatrice », G3

b. Etude de notions mathématiques : ces mémoires privilégient l'usage d'un outil donnée pour une notion à étudier (par exemple un logiciel géométrique pour la visualisation d'un objet de l'espace). Des questions liant l'outil et les contenus peuvent ou non être posées.
« La notion de nombre en classe de seconde est vague pour les élèves et l'agencement des réels mal maîtrisé. Une séquence d'enseignement a été élaborée pour approfondir les connaissances de bases en prenant appui sur l'outil informatique et plus particulièrement le tableur », G4

Problématiques \ TICE		Calculatrice	Logiciels géométrie	Tableur	Autres	Total mémoire
Générales	Apports généraux Mise en oeuvre en classe	LL5, LL6, LL7 REN8, T10	LL2, M1, RM1, T1, T3,T4, T6, T10	LL5, LL6, M1, T4, T7, T10	REN2, RM1, RM6, T1, T7, T9	**16**
	Avantages / inconvénients généraux	LL1, LL6, REN6, REN7, RM3, RM4, T2	REN3, T5,	LL6		**9**
	Motivation des élèves, Rapports élève / prof	G3, T8	LL2, RM1		REN2, RM1	**5**
Spécifiques	Conjecture / démonstration, démarche de résolution	G3, RM2	G2, REN1 REN3, REN4, REN9			**7**
	Etude de notions mathématiques	LL6	LL4, RM5, REN9	REN5 G4, LL6	LL3	**7**

Tableau 4[7]

Les problématiques de la première classe sont consistantes avec les préoccupations exprimées par les professeurs stagiaires dans l'enquête GRETIC mentionnée ci-dessus : meilleure préparation des élèves à leur vie en société, préoccupations pédagogiques... Elles sont en majorité (30 sur 44). Les problématiques « spécifiques » concernent davantage la contribution des TICE aux apprentissages.

[7] Dans le tableau 4, certains mémoires appartiennent à plus d'une catégorie soit parce qu'ils concernent plusieurs type de TICE (par exemple : LL5 « exemple de l'utilisation de la calculatrice et du tableur en Seconde ») soit parce que leurs problématiques contiennent différents types de questions (par exemple : G3 « l'étude de conjecture en classe de quatrième avec l'aide apporté par la calculatrice et une telle séquence d'enseignement peut-elle changer le rapport des élèves à la calculatrice ? »)

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Leur présence, bien que minoritaire, montre que la population étudiée (les professeurs stagiaires de mathématiques qui font un mémoire sur les TICE) présente des particularités par rapport à l'ensemble des professeurs stagiaires. Nous reviendrons sur ce point dans la conclusion.

Certaines problématiques apparaissent liées de façon préférentielle à des types de TICE. Par exemple, dans les problématiques générales la géométrie dynamique et le tableur sont plus souvent associés aux apports généraux et la calculatrice à une problématique avantages/inconvénients. Comme nous l'avons dit plus haut (cf. « différents types de TICE »), le calcul instrumenté peut être vu par les professeurs comme un obstacle au développement de compétences calculatoires. Le questionnement sur les avantages/inconvénients des calculatrices en mathématiques (particulièrement en classe de seconde) correspond à une volonté des professeurs stagiaires de dépasser cet obstacle[8]. Contrairement aux calculatrices, la géométrie dynamique ne fait pas partie du quotidien des élèves et donc n'introduit pas le même obstacle. De plus, cette technologie est utilisée surtout en collège où elle n'apparaît pas comme pouvant entraîner des difficultés dans l'apprentissage de la démonstration. Les questions de mise en œuvre et l'exploration des apports sont alors les plus présentes

La géométrie dynamique est également plus présente dans les problématiques spécifiques. Nous pouvons faire l'hypothèse que des exemples d'activités mis à la disposition des enseignants (dans les manuels, sur Internet, dans des cahiers d'utilisation des logiciels, etc.) donnent des idées d'utilisation de ces logiciels dans l'étude des notions mathématiques et aident les professeurs stagiaires à se centrer sur des objectifs d'apprentissage.

Conclusion

Les données recueillies sur les sites des IUFMs concernant les mémoires professionnels révèlent l'existence d'un public sensible à l'usage des TICE, même si les pratiques restent ponctuelles et non généralisées. A travers les mémoires professionnels considérés comme « des traces écrites sur les pratiques effectives des stagiaires » nous avons essayé de repérer les fonctions attribuées aux TICE par les nouveaux enseignants.

L'analyse quantitative que nous avons menée sur les données recueillies montre un éventail d'utilisation des TICE par les stagiaires. Les types de TICE dominants (géométrie dynamique au collège, calculatrices au lycée) sont ceux qui bouleversent le moins les équilibres existants à un niveau donné. Concernant les préoccupations, nos résultats complètent ceux du GRETIC (IUFM de Reims, 2001) qui a menée une enquête sur les compétences TIC des stagiaires d'IUFM tous niveaux et disciplines confondus. Les préoccupations pédagogiques générales sont majoritaires comme dans

[8] Notons que ces professeurs stagiaires viennent de passer le CAPES et que pour ce concours ils ont préparé des leçons sur les calculatrices dont l'une porte le titre : « Exemples d'étude, aux niveaux collège et lycée, d'exercices mettant en évidence les possibilités et les limites d'une calculatrice ».

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

l'étude du GRETIC, mais se différencient selon le « type de TICE ». Des préoccupations liées à l'apprentissage apparaissent plus nettement que dans cette étude, particulièrement dans un domaine (la géométrie dynamique) où les professeurs stagiaires disposent de ressources.

Les professeurs stagiaires d'IUFM sont un public intéressant si l'on s'intéresse à l'impact de la formation et à la constitution de l'identité professionnelle. A l'issue de notre étude, nous constatons quelques effets de formation. Nous voyons un impact du CAPES sur les problématiques concernant la calculatrice et un effet des ressources mises à disposition des professeurs stagiaires sur l'usage de la géométrie dynamique. Par ailleurs, la gestion des contraintes de l'exercice du métier joue un rôle important dans la construction de l'identité professionnelle des jeunes professeurs (Lenfant, 2002). Le choix préférentiel de types de TICE bouleversant le moins les équilibres montre bien qu'on ne peut s'attendre à une « intégration » qui rajouterait des contraintes importantes. Il serait intéressant de confronter ces résultats à l'étude qualitative de mémoires ainsi qu'aux recherches sur des professeurs plus anciens dans le métier que nous menons à l'aide de séances d'observations et d'entretiens.

Références bibliographiques

Artigue M. (1998), Teacher training as a key issue for the integration of computer technologies, in D.Tinsley & D.C.Johnson (eds), *Information and Communication Technologies in School Mathematics*, 121-130, Chapman & Hall, London.

Chevallard Y. (1992), Intégration et viabilité des objets informatiques dans l'enseignement des mathématiques, in B.Cornu (ed), *L'ordinateur pour enseigner les mathématique*s, 183-203, Nouvelles encyclopédie Diderot, PUF, Paris.

GRETIC (IUFM de REIMS) (2001), Enseignants en formation initiale : quelle formation pour quelles compétences ?, in *Compétences TICE des enseignants et des formateurs*, INRP, http://www.inrp.fr/Tecne/Savoirplus/Rech40003/Sympcomp01.htm

Haspekian M. (2003), Between arithmetic and algebra : A space for the spreadsheet ? Contribution to an instrumental approach, in *CERME3: Third Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*, Bellaria, Italy

Lagrange J-B. (2003), Analysing the impact of ICT on mathematics teaching practices, in *CERME3: Third Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*, Bellaria, Italy

Lenfant A. (2002), *De la position d'étudiant à la position d'enseignant : l'évolution du rapport à l'algèbre de professeurs stagiaires*, Thèse de doctorat de l'Université Paris VII.

Monaghan J. (2001), Teachers' classroom interactions in Ict-based mathematics lessons , in M. van den Heuvel (ed), *Proceedings of the 25th International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. I, 383-390, Utrecht, Netherlands : OW&OC.

Robert A. & Rogalski J. (2002), Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche, *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et de la technologie.*

Stacey K. (2001), Teaching with CAS in a time of transition. in *CAME 2001 Symposium: Communicating Mathematics through Computer Algebra Systems*, Utrecht, Netherlands, http://ltsn.mathstore.ac.uk/came/events/freudenthal/index.html

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Annexe : liste de mémoires codés

Dijon :

D1 : « L'informatique est-elle un remédiation aux difficultés rencontrées en mathématiques par des élèves de classe arts plastiques ? », 2001

D2 : « Quelques pistes et réflexion sur l'utilisation de la calculatrice », 2000

D3 : « Comment l'ordinateur peut-il faciliter l'appropriation et l'utilisation de la notion de fonction ? », 2000

D4 : « Quelle place pour l'informatique dans l'enseignement des mathématiques ? », 2000

Grenoble :

G1 : « Conjecturer et démontrer à l'aide d'une calculatrice », 1997

G2 : « Cabri Géomètre : un bon fournisseur d'accès ? », 2000

G3 : « Etude de conjecture et calculatrice en classe de quatrième », 2000

G4 : « Le tableur permet-il d'explorer la droite numérique ? », 2001

Lille :

LL1 : « Pour une utilisation raisonnée de la calculatrice dès la classe de seconde », 1999

LL2 : « L'ordinateur : un outil pour la géométrie », 2000

LL3 : « Thème d'étude en seconde à travers la création d'un site Web », 2001

LL4 : « Géométrie dans l'espace, maquette et jeu informatique », 2001

LL5 : « Exemples d'utilisation de calculatrices et de tableurs en classe de seconde », 2001

LL6 : « Autour de l'utilisation des TICE dans le cadre des statistiques de la seconde », 2002

LL7 : « Interprétation de l'affichage de la calculatrice graphique en classe de seconde », 2002

Limoges :

LM1 : « La calculatrice et les mathématiques en classe de seconde », 1999

LM2 : « Les liens entre les mathématiques et l'enseignement technologique en seconde », 1999

LM3 : « Apports d'Internet à l'enseignement », 1999

LM4 : « Calculatrices et enseignement des mathématiques en seconde », 2001

LM5 : « Utilisation de Cabri-géomètre II en géométrie en classe de 6ème », 2001

Montpellier :

M1 : « Eléments de choix d'utilisation de l'informatique dans l'enseignement des mathématiques en classe de cinquième », 2000

Poitiers :

P1 : « L'outil informatique peut-il être un complément utile dans l'enseignement des mathématiques ? », 1997

P2 : « De l'usage de la calculatrice au lycée », 1997

P3 : « Les logiciels de géométrie peuvent-ils être de bons outils pour aider les élèves à résoudre des problèmes de géométrie ? », 1999

Reims :

RM1 : « L'informatique en géométrie plane : utilisation par un élève, utilisation par le professeur », 2000

RM2 : « La calculatrice : quel rôle dans la démarche scientifique ? », 2001

RM3 : « Vers une utilisation pertinente de la calculatrice en classe de seconde », 2001

RM4 : « La calculatrice : quels usages les élèves de 2nde en font-ils ? », 2002

RM5 : « Un logiciel de géométrie dynamique pour aider les élèves à apprendre les formes dans l'espace en classe de 4ème », 2002

RM6 : « Quelle utilisation de l'informatique dans l'enseignement des mathématiques en seconde », 2002

Rennes :

REN1 : « En quoi l'utilisation de l'outil informatique offre un intérêt pédagogique dans les situations de conjecture géométrique en classe de quatrième? », 2002

REN2 : « L'outil informatique pour aider les élèves de 6ème en difficulté », 2002

REN3 : « Les logiciels de géométrie dynamique : avantages ou inconvénients ? », 2002

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

REN4 : « Utilisation de Geoplanw en classe de quatrième », 2002

REN5 : « Apport de l'outil informatique pour l'enseignement des statistiques en classe de seconde », 2002

REN6 : « Apports et dangers de la calculatrice graphique sur la notion de fonction en classe de seconde », 2002

REN7 : « L'utilisation raisonnée des calculatrices graphiques en classe de seconde », 2002

REN8 : « La calculatrice en seconde : Comment faire de cet instrument un outil d'apprentissage pour les élèves?», 2002

REN9 : « Utilisation du logiciel Geoplan pour la recherche de lieux géométriques en seconde », 2002

Réunion :

REU1 : « Réalisation d'un site sur le programme de seconde », 1999

REU2 : « Pratique des TICE : utilisation de Cabri-géomètre en seconde », 1998

REU3 : « Pédagogie avec cabri-géomètre », 1996

REU4 : « Utilisation de deux logiciels (étude comparée) », 1996

REU5 : « Cabri-géomètre en analyse (fonction de référence en seconde) », 1995

REU6 : « Les calculatrices : un outil au service des élèves », 1993

REU7 : « L'informatiques au service des mathématiques : utilisation du logiciel Cabri-géomètre en collège et au lycée », 1993

REU8 : « Utilisation des logiciels de calcul formel en classe de Première et scientifique », 1993

Toulouse :

T1 : « Que peut apporter l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques ? », 1999

T2 : « Comment amener les élèves à se servir naturellement et de manière pertinente de la calculatrice ? », 2000

T3 : « Activités mathématiques sur ordinateur en cinquième : la géométrie avec Cabri », 2000

T4 : « Intégration de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques en classe de troisième », 2000

T5 : « Création et analyse de séances sur Cabri en classe de sixième », 2000

T6 : « L'outil informatique au lycée », 2000

T7 : « Les mathématiques et l'outil informatique en classe de quatrième », 2002

T8 : « La représentation de la calculatrice chez les élèves », 2002

T9 : « Utilisation de l'outil informatique pour l'enseignement des mathématiques », 2002

T10 : « L'informatique comme outil pédagogique au lycée », 2002

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Annexe 2. Grilles d'analyse des manuels

2.1. Première grille : liste de tous les manuels analysés, présence de la GD et d'un support informatique

Légende :

C : classe **AE** : année d'édition **PE** : période d'édition **P** : professeur **E** : élève **R** : réseau

Référence du manuel					Présence de la GD dans le manuel			Support informatique	
Edition	Collection	C	AE	PE	O/N	Logo / Marquage		O/N	Nature
						O/N	Apparition		
Belin	Décimale	6e	1996	I	Non			Non	
Belin	Décimale	5e	1997	I	Non			Non	
Belin	Décimale	4e	1998	I	Oui	Non		Oui	Disquette P
Belin	Décimale	3e	1999	I	Oui	Non		Oui	CD-ROM P
Belin	N.Décimale	6e	2000	II	Oui	Oui	Logo	Oui	CD-ROM P
Belin	N.Décimale	5e	2001	II	Oui	Oui	Logo; capture Cabri II	Oui	CD-ROM P
Belin	N.Décimale	4e	2002	II	Oui	Oui	Logo; capture Cabri II; titre d'exercices (« On observe avec Cabri-géomètre »)	Oui	CD-ROM P
Belin	N.Décimale	3e	2003	II	Oui	Oui	Logo	Oui	CD-ROM P/R
Bordas	Gramain	6e	2000	II	Non			Oui	CD-ROM P (sans GD)
Bordas	Médiamath	4e	2002	II	Oui	Oui	Titres d'exercices (« Avec ou sans Cabri », « Avec Cabri », « Avec Cabri ou Geoplan », « Avec (ou sans) Cabri ou Geoplan », « Avec Cabri II »)	Non	
Bordas	Serra	6e	1996	I	Oui	Oui	Titres d'exercices (« Avec Cabri », …)	Non	
Bordas	Serra	5e	1997	I	Oui	Oui	Titres d'exercices (« Avec (ou sans Cabri) », « Avec Cabri »)	Non	
Bordas	Serra	4e	1998	I	Oui	Oui	Titres d'exercices (« Avec (ou sans) Cabri », « Avec Cabri », « Avec Cabri II »; capture Cabri I)	Non	
Bordas	Serra	3e	1999	I	Oui	Oui	Titres d'exercices (« Avec ou sans Cabri », « Avec Cabri », « Avec Cabri ou Geoplan », « Avec (ou sans) Cabri ou Geoplan »); capture Cabri I	Non	
Bordas	Serra	6e	2000	II	Oui		Titres d'exercices (« Avec Cabri ou Geoplan », « Avec (ou sans) Cabri ou Geoplan »)	Oui	CD-ROM P Disquette P
Bordas	Serra	5e	2001	II	Oui		Titres d'exercices (« Avec Cabri ou Geoplan », « Avec (ou sans) Cabri ou Geoplan »)	Non	
Bordas	Serra	3e	2003	II	Oui		Logo (« informatique dans la classe » dans la rubrique « Activités »); Titres d'exercices (« Avec Cabri », « avec (ou sans) Cabri », « Avec Cabri ou Geoplan », « Avec (ou sans) Cabri II ou Geoplan »); Logiciels proposés (Geoplan, Geospace, Cabri)	Non	

Référence du manuel					Présence de la GD dans le manuel			Support informatique	
						Logo / Marquage			
Edition	Collection	C	AE	PE	O/N	O/N	Apparition	O/N	Nature
Bréal	Trapèze	3e	1999	I	Non			Non	
Bréal	Trapèze	3e	2003	II	Oui	Non	Logiciels proposés (Cabri, logiciel de dessin géométrique)	Non	
Délagrave	Math	6e	1996	I	Non			Non	
Délagrave	Math	5e	1997	I	Non			Non	
Didier	Dimathème	5e	1997	I	Non			Non	
Didier	Dimathème	4e	1998	I	Non			Non	
Didier	Dimathème	3e	1999	I	Non			Non	
Didier	Dimathème	6e	2000	II	Non			Non	
Didier	Dimathème	5e	2001	II	Oui	Oui	Capture Cabri II, Geospace	Non	
Didier	Dimathème	4e	2002	II	Oui	Oui	Titre de sous rubrique (« ou avec un logiciel de géométrie »); logiciels proposés (logiciel de géométrie, Geoplan, Cabri II	Non	
Didier	Dimathème	3e	2003	II	Oui	Oui	Logo	Oui	CD-ROM R
Hachette	Cinq sur cinq	6e	1996	I	Non			Non	
Hachette	Cinq sur cinq	5e	1997	I	Non	Non	En fin de livre une partie « Exemples d'utilisation du logiciel Cabri-géomètre »	Non	
Hachette	Cinq sur cinq	4e	1998	I	Oui	Oui	Titre de sous-rubrique « Avec un ordinateur »; Présentation de Cabri-Géomètre et Geoplan à la fin du manuel sous « Qu'est-ce qu'un logiciel de géométrie ? »; logiciels proposés (logiciel de construction géométrique)	Non	
Hachette	Cinq sur cinq	3e	1999	I	Oui	Oui	Titre d'exercices (« Avec un ordinateur »); logiciels proposés (logiciel de construction géométrique)	Non	
Hachette	Cinq sur cinq	6e	2000	II	Oui	Oui	Logo; titre de sous-rubrique (« A l'ordinateur », « de tête ou à l'ordinateur » (utiliser un logiciel de construction géométrique)); en fin de livre une partie « Exemples d'utilisation d'un logiciel de construction géométrique »; logiciels proposés (logiciel de construction géométrique)	Non	
Hachette	Cinq sur cinq	5e	2001	II	Oui	Oui	Logo	Non	
Hachette	Cinq sur cinq	4e	2002	II	Oui	Oui	Logo; une partie « Utiliser un logiciel de géométrie » ; logiciels proposés (logiciel de construction géométrique, Cabri)	Non	
Hachette	Cinq sur cinq	3e	2003	II	Oui	Oui	Logo; logiciels proposés (logiciel de construction géométrique, logiciel de construction dans l'espace)	Non	
Hachette	Diabolo	4e	2003	II	Oui		Logo; Cabri, Geoplan, Geospace, …	Non	
Hachette	Diabolo	3e	2004	II	Oui		Logo; Geonext, Geoplan, Geospace, …	Oui	Site Internet P/E
Hachette	Tout simplement	4e	1998	I	Non			Non	
Hachette	Tout simplement	3e	1999	I	Non			Non	
Hatier	Le n. Pythagore	6e	1996	I	Non			Non	
Hatier	Le n. Pythagore	5e	1997	I	Non			Non	
Hatier	Le n.	4e	1998	I	Non			Non	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Référence du manuel					Présence de la GD dans le manuel			Support informatique	
Edition	Collection	C	AE	PE	O/N	Logo / Marquage		O/N	Nature
						O/N	Apparition		
	Pythagore								
Hatier	Le n. Pythagore	3e	1999	I	Non			Non	
Hatier	Les p. manuels H.	6e	2000	II	Non			Non	
Hatier	Les p. manuels H.	5e	2001	II	Non			Non	
Hatier	Les p. manuels H.	4e	2002	II	Oui	Oui	Logo; logiciels proposés (logiciel de géométrie)	Non	
Hatier	Les p. manuels H.	3e	2003	II	Oui	Oui	Logo; logiciels proposés (logiciel de géométrie)	Non	
Hatier	Multimath	3e	2003	II	Non			Oui	Site Internet P/E/R
Hatier	Triangle	6e	1996	I	Non			Non	
Hatier	Triangle	5e	1997	I	Non			Non	
Hatier	Triangle	4e	1998	I	Oui	Non	Logiciels proposés (logiciel de géométrie)	Non	
Hatier	Triangle	3e	1999	I	Oui	Non	Logiciels proposés (logiciel de géométrie, Cabri, Déclic)	Non	
Hatier	Triangle	6e	2000	II	Oui	Non	Logiciels proposés (logiciel de géométrie, logiciel de construction géométrique, logiciel de tracé géométrique)	Non	
Hatier	Triangle	5e	2001	II	Oui	Oui	Capture; logiciels proposés (logiciel de géométrie, logiciel de tracé géométrique)	Non	
Hatier	Triangle	4e	2002	II	Oui	Oui	Logo	Oui	CD-ROM P/R
Hatier	Triangle	3e	2003	II	Oui	Oui	Capture Géometrix; logiciels proposés (logiciel de géométrie)	Oui	CD-ROM P
Magnard	Maths	6e	2000	II	Oui	Oui	Titre de sous-rubrique « Exercices à faire avec un logiciel de constructions géométriques – Avec Cabri-géomètre » sous le rubrique « Inter-maths »; logiciels proposés (Cabri II ou autres)	Non	
Magnard	Maths	5e	2001	II	Oui	Oui	Titres (« chercher avec un logiciel de constructions géométriques », « Avec un logiciel »); logiciels proposés (logiciel de géométrie dans l'espace, Cabri II, Geospace)	Non	
Magnard	Maths	4e	2002	II	Oui	Oui	Titre de rubrique « avec un logiciel » et « logiciels de constructions géométriques pour aider à conjecturer » écrit en préface; logiciels proposés (Cabri II, Déclic, Geospace, Geoplan)	Non	
Magnard	Maths	3e	2003	II	Oui	Oui	Logo; capture Cabri; logiciels proposés (logiciels de constructions géométriques pour aider à conjecturer, Cabri, Déclic)	Non	
Nathan	N.Transmath	6e	1996	I	Non			Non	
Nathan	N.Transmath	5e	1997	I	Oui	Oui	Titre de rubrique « une fenêtre ouverte sur l'informatique »; logiciels proposés (Geospace)	Non	
Nathan	N.Transmath	4e	1998	I	Oui	Oui	Titre de rubrique « une fenêtre ouverte sur l'informatique »; logiciels proposés (Geoplan, Geospace)	Oui	CD-ROM P
Nathan	N.Transmath	3e	1999	I	Oui	Oui	Logo; titre de rubrique « une fenêtre ouverte sur l'informatique »; logiciels proposés (Geoplan)	Non	
Nathan	Transmath	6e	2000	II	Oui	Oui	Logo; titre d'exercice (« Avec un logiciel de géométrie »); logiciels proposés (Geoplan, Geospace)	Oui	CD-ROM P
Nathan	Transmath	5e	2001	II	Oui	Oui	Logo	Oui	CD-ROM P/E

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Référence du manuel					Présence de la GD dans le manuel			Support informatique	
Edition	Collection	C	AE	PE	O/N	Logo / Marquage		O/N	Nature
						O/N	Apparition		
Nathan	Transmath	4e	2002	II	Oui	Oui	Logo; en fin de livre une page de présentation de Geoplan et Geospace (« logiciels de construction géométrique »); logiciels proposés (Geoplan, Geospace)	Oui	CD-ROM P/E/R
Nathan	Transmath	3e	2003	II	Oui	Oui	Logo; titres d'activité (« réfléchir avec l'ordinateur », sous-titre : « à la main ou avec un logiciel de géométrie »); tire de sous-rubrique d'exercice (« A vos souris »); en fin de livre une page de présentation de Geoplan, Geospace et Cabri (« logiciels de construction géométrique »); logiciels proposés (Geoplan, Geospace, Cabri)	Oui	CD-ROM P/E/R

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

2.2. Deuxième grille : proportion des propositions d'usages de la GD dans les manuels

Légende :

C : classe	**C** : nombre de cours dans un chapitre	***** : précisions
AE : Année d'édition	**E** : nombre d'exercices dans un chapitre	**c** : proposition d'usages de la GD incluant un capture d'écran
PE : période d'édition	**A-GD** : nombre d'activités dans un chapitre incluant des propositions d'usages de la GD (idem **C-GD** et **E-GD**)	**cs** : proposition d'usages de la GD consistant seulement à un capture d'écran
A : nombre d'activités dans un chapitre	**A-GD%** : taux des propositions d'usages de la GD dans la rubrique d'activités d'un chapitre (idem **C-GD%** et **E-GD%**)	**M** : moyenne du taux des propositions d'usages de la GD relative aux trois rubriques d'un manuel

	Référence du manuel					Chapitre	A-GD	*	A	A-GD%	C-GD	*	C	C-GD%	E-GD	*	E	E-GD%
	Edition	Collection	C	AE	PE													
1	Belin	Décimale	4e	1998	I	Figure et distance									9		75	12,00 %
1	Belin	Décimale	4e	1998	I	Figures et parallélisme									6		62	9,68 %
1	Belin	Décimale	4e	1998	I	Droites remarquables d'un triangle									12		74	16,22 %
1	Belin	Décimale	4e	1998	I	Triangle rectangle, cosinus d'un angle									10		109	9,17 %
1	Belin	Décimale	4e	1998	I	Pyramide, cône de révolution									2		66	3,03 %
1	Belin	Décimale	4e	1998	I	Translation									10		59	16,95 %
M 1										**0,00 %**				**0,00 %**				**11,17 %**
2	Belin	Décimale	3e	1999	I	Propriété de Thalès									16		65	24,62 %
2	Belin	Décimale	3e	1999	I	Trigonométrie. Distance									6		68	8,82 %
2	Belin	Décimale	3e	1999	I	Vecteurs et translations : définition et somme									19		64	29,69 %
2	Belin	Décimale	3e	1999	I	Vecteurs et translation : coordonnées, composition de symétries									2		58	3,45 %
2	Belin	Décimale	3e	1999	I	Rotation. Polygone régulier									14		54	25,93 %
2	Belin	Décimale	3e	1999	I	Sections planes. Sphère									0		54	0,00 %
M 2										**0,00 %**				**0,00 %**				**15,42 %**
3	Belin	N.Décimale	6e	2000	II	Premiers éléments de géométrie (Les notions de base...)	1		7	14,29 %	0		8	0,00 %	9		48	18,75 %
3	Belin	N.Décimale	6e	2000	II	Figures de base	0		10	0,00 %	0		7	0,00 %	7		50	14,00 %
3	Belin	N.Décimale	6e	2000	II	Angles	1		7	14,29 %	0		8	0,00 %	6		39	15,38 %
3	Belin	N.Décimale	6e	2000	II	Symétrie axiale	0		10	0,00 %	1		6	16,67 %	11		51	21,57 %
3	Belin	N.Décimale	6e	2000	II	Symétrie et figures usuelles	3		9	33,33 %	0		9	0,00 %	10		63	15,87 %
3	Belin	N.Décimale	6e	2000	II	Calcul d'aire	0		10	0,00 %	0		8	0,00 %	2		53	3,77 %
3	Belin	N.Décimale	6e	2000	II	Parallélépipède – Volume	0		7	0,00 %	0		8	0,00 %	0		55	0,00 %
M 3										**8,84 %**				**2,38 %**				**12,76 %**

	Référence du manuel					Chapitre	A-GD	*	A	A-GD%	C-GD	*	C	C-GD%	E-GD	*	E	E-GD%
	Edition	Collection	C	AE	PE													
4	Belin	N.Décimale	5e	2001	II	Symétrie centrale	0		8	0,00 %	4		6	66,67 %	7		54	12,96 %
4	Belin	N.Décimale	5e	2001	II	Angles et symétries	1		6	16,67 %	3		6	50,00 %	0		43	0,00 %
4	Belin	N.Décimale	5e	2001	II	Triangles	3		8	37,50 %	3		7	42,86 %	4		61	6,56 %
4	Belin	N.Décimale	5e	2001	II	Parallélogramme - Quadrilatères particuliers	3		12	25,00 %	3		10	30,00 %	6		77	7,79 %
4	Belin	N.Décimale	5e	2001	II	Aires	1		10	10,00 %	0		7	0,00 %	6		65	9,23 %
4	Belin	N.Décimale	5e	2001	II	Prisme et cylindre	0		6	0,00 %	4		6	66,67 %	0		45	0,00 %
4	Belin	N.Décimale	5e	2001	II	Volumes	0		7	0,00 %	0		7	0,00 %	0		72	0,00 %
M 4										**12,74 %**				**36,60 %**				**5,22 %**
5	Belin	N.Décimale	4e	2002	II	Triangle et parallélisme	0		6	0,00 %	2		5	40,00 %	9		61	14,75 %
5	Belin	N.Décimale	4e	2002	II	Distance et angle	0		8	0,00 %	4		8	50,00 %	5		50	10,00 %
5	Belin	N.Décimale	4e	2002	II	Triangle rectangle	0		7	0,00 %	1		7	14,29 %	14		60	23,33 %
5	Belin	N.Décimale	4e	2002	II	Droites remarquables d'un triangle	3		8	37,50 %	4		7	57,14 %	11		44	25,00 %
5	Belin	N.Décimale	4e	2002	II	Translation	4		7	57,14 %	2		7	28,57 %	6		46	13,04 %
5	Belin	N.Décimale	4e	2002	II	Pyramide – Cône de révolution	0		6	0,00 %	0		7	0,00 %	0		54	0,00 %
M 5										**15,77 %**				**31,67 %**				**14,36 %**
6	Belin	N.Décimale	3e	2003	II	Propriété de Thalès	4		8	50,00 %					13		57	22,81 %
6	Belin	N.Décimale	3e	2003	II	Trigonométrie - Distance	4		10	40,00 %					2		67	2,99 %
6	Belin	N.Décimale	3e	2003	II	Vecteurs et translations (1)	1		9	11,11 %					7		58	12,07 %
6	Belin	N.Décimale	3e	2003	II	Vecteurs et translations (2)	3		7	42,86 %					2		53	3,77 %
6	Belin	N.Décimale	3e	2003	II	Rotation – Angles, Polygones réguliers	1		10	10,00 %					12		53	22,64 %
6	Belin	N.Décimale	3e	2003	II	Géométrie dans l'espace	0		7	0,00 %					0		55	0,00 %
M 6										**25,66 %**				**0,00 %**				**10,71 %**
7	Bordas	Médiamath	4e	2002	II	Triangles et droites parallèles									3		63	4,76 %
7	Bordas	Médiamath	4e	2002	II	Droites remarquables dans un triangle									2		73	2,74 %
7	Bordas	Médiamath	4e	2002	II	Distances et angles									9		96	9,38 %
7	Bordas	Médiamath	4e	2002	II	Théorème de Pythagore									0		96	0,00 %
7	Bordas	Médiamath	4e	2002	II	Triangle rectangle et cercle									7		84	8,33 %
7	Bordas	Médiamath	4e	2002	II	Parallélogramme et translation									2		55	3,64 %
7	Bordas	Médiamath	4e	2002	II	Pyramide et cône de révolution									0		74	0,00 %
M 7										**0,00 %**				**0,00 %**				**4,12 %**
8	Bordas	Serra	6e	1996	I	Longueurs et angles									2		52	3,85 %
8	Bordas	Serra	6e	1996	I	Droites parallèles et perpendiculaires									4		57	7,02 %
8	Bordas	Serra	6e	1996	I	Reproduction de figures									9		44	20,45 %
8	Bordas	Serra	6e	1996	I	Aires et périmètres									0		43	0,00 %
8	Bordas	Serra	6e	1996	I	Axes de symétrie									1		53	1,89 %
8	Bordas	Serra	6e	1996	I	Symétrie axiale									2		45	4,44 %
8	Bordas	Serra	6e	1996	I	Parallélépipède rectangle									0		40	0,00 %

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	Référence du manuel					Chapitre	A-GD	*	A	A-GD%	C-GD	*	C	C-GD%	E-GD	*	E	E-GD%
	Edition	Collection	C	AE	PE													
M 8										**0,00 %**				**0,00 %**				**5,38 %**
9	Bordas	Serra	5e	1997	I	Symétrie centrale									3		62	4,84 %
9	Bordas	Serra	5e	1997	I	Parallélogramme									1		54	1,85 %
9	Bordas	Serra	5e	1997	I	Figures usuelles : symétries									2		80	2,50 %
9	Bordas	Serra	5e	1997	I	Les angles									1		77	1,30 %
9	Bordas	Serra	5e	1997	I	Triangles									3		76	3,95 %
9	Bordas	Serra	5e	1997	I	Prisme droit. Cylindre de révolution									0		54	0,00 %
9	Bordas	Serra	5e	1997	I	Aires et volumes									0		64	0,00 %
M 9										**0,00 %**				**0,00 %**				**2,06 %**
10	Bordas	Serra	4e	1998	I	Triangles et droites parallèles					0		13	0,00 %	3		72	4,17 %
10	Bordas	Serra	4e	1998	I	Droites remarquables dans un triangle					3	3cs	15	20,00 %	3		83	3,61 %
10	Bordas	Serra	4e	1998	I	Distance et angles					1	1cs	15	6,67 %	9		97	9,28 %
10	Bordas	Serra	4e	1998	I	Théorème de Pythagore et réciproque					0		13	0,00 %	0		93	0,00 %
10	Bordas	Serra	4e	1998	I	Triangle rectangle et cercle					0		11	0,00 %	8		79	10,13 %
10	Bordas	Serra	4e	1998	I	Translation					4	4cs	12	33,33 %	2		59	3,39 %
10	Bordas	Serra	4e	1998	I	Pyramide et cône de révolution					0		9	0,00 %	0		92	0,00 %
M 10										**0,00 %**				**8,57 %**				**4,37 %**
11	Bordas	Serra	3e	1999	I	Sections planes, agrandissement, réduction					0		9	0,00 %	0		78	0,00 %
11	Bordas	Serra	3e	1999	I	Théorème de Thalès et réciproque					0		8	0,00 %	1		90	1,11 %
11	Bordas	Serra	3e	1999	I	Angles et trigonométrie					0		10	0,00 %	3		91	3,30 %
11	Bordas	Serra	3e	1999	I	Vecteur et translation					0		7	0,00 %	3		74	4,05 %
11	Bordas	Serra	3e	1999	I	Composition de transformations					1	1cs	10	10,00 %	11		81	13,58 %
11	Bordas	Serra	3e	1999	I	Coordonnés dans un repère					0		11	0,00 %	2		75	2,67 %
11	Bordas	Serra	3e	1999	I	Rotation, polygones réguliers					4	4cs	11	36,36 %	3		65	4,62 %
11	Bordas	Serra	3e	1999	I	Sphères					0		10	0,00 %	0		72	0,00 %
M 11										**0,00 %**				**5,80 %**				**3,67 %**
12	Bordas	Serra	6e	2000	II	Longueurs et angles									3		66	4,55 %
12	Bordas	Serra	6e	2000	II	Droites parallèles et perpendiculaires									8		78	10,26 %
12	Bordas	Serra	6e	2000	II	Reproduction de figures									7		54	12,96 %
12	Bordas	Serra	6e	2000	II	Aires et périmètres									0		52	0,00 %
12	Bordas	Serra	6e	2000	II	Axes de symétrie									4		71	5,63 %
12	Bordas	Serra	6e	2000	II	Symétrie axiale									7		56	12,50 %
12	Bordas	Serra	6e	2000	II	Parallélépipède rectangle									0		48	0,00 %
M 12										**0,00 %**				**0,00 %**				**6,56 %**
13	Bordas	Serra	5e	2001	II	Symétrie centrale									4		65	6,15 %
13	Bordas	Serra	5e	2001	II	Parallélogramme									1		60	1,67 %
13	Bordas	Serra	5e	2001	II	Figures usuelles : symétries									5		91	5,49 %

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	Référence du manuel					Chapitre	A-GD	*	A	A-GD%	C-GD	*	C	C-GD%	E-GD	*	E	E-GD%
	Edition	Collection	C	AE	PE													
13	Bordas	Serra	5e	2001	II	Les angles									1		93	1,08 %
13	Bordas	Serra	5e	2001	II	Triangles									3		77	3,90 %
13	Bordas	Serra	5e	2001	II	Prisme droit. Cylindre de révolution									0		55	0,00 %
13	Bordas	Serra	5e	2001	II	Aires et volumes									0		71	0,00 %
M 13										**0,00 %**				**0,00 %**				**2,61 %**
14	Bordas	Serra	3e	2003	II	Sections planes. Agrandissement, réduction	1	1cs	4	25,00 %					0		76	0,00 %
14	Bordas	Serra	3e	2003	II	Théorème de Thalès	1	1cs	4	25,00 %					0		92	0,00 %
14	Bordas	Serra	3e	2003	II	Angles et trigonométrie	1	1c	5	20,00 %					2		110	1,82 %
14	Bordas	Serra	3e	2003	II	Translations. Vecteurs	1	1c	4	25,00 %					2		68	2,94 %
14	Bordas	Serra	3e	2003	II	Composition de translations. Symétries	1	1cs	4	25,00 %					5		79	6,33 %
14	Bordas	Serra	3e	2003	II	Coordonnées dans un repère	1	1c	4	25,00 %					2		75	2,67 %
14	Bordas	Serra	3e	2003	II	Polygones réguliers. Rotations	1	1c	5	20,00 %					1		92	1,09 %
14	Bordas	Serra	3e	2003	II	Sphères	1	1c	4	25,00 %					0		69	0,00 %
M 14										**23,75 %**				**0,00 %**				**1,86 %**
15	Breal	Trapèze	3e	2003	II	Triangle rectangle – Distances	0		4	0,00 %								
15	Breal	Trapèze	3e	2003	II	Propriété de Thalès	0		3	0,00 %								
15	Breal	Trapèze	3e	2003	II	Géométrie dans l'espace	0		6	0,00 %								
15	Breal	Trapèze	3e	2003	II	Vecteurs et translations	0		5	0,00 %								
15	Breal	Trapèze	3e	2003	II	Rotations – Angles – Polygones réguliers	1	1c	4	25,00 %								
M 15										**5,00 %**				**0,00 %**				**0,00 %**
16	Didier	Dimathème	5e	2001	II	Triangles – Constructions – Inégalité triangulaire	0		4	0,00 %					0		85	0,00 %
16	Didier	Dimathème	5e	2001	II	Symétrie centrale	0		4	0,00 %					2	2c	64	3,13 %
16	Didier	Dimathème	5e	2001	II	Parallélogramme	0		2	0,00 %					1	1cs	58	1,72 %
16	Didier	Dimathème	5e	2001	II	Angles	0		3	0,00 %					0		69	0,00 %
16	Didier	Dimathème	5e	2001	II	Parallélogrammes particuliers	2	2cs	3	66,67 %					0		92	0,00 %
16	Didier	Dimathème	5e	2001	II	Aires	0		4	0,00 %					2	2cs	75	2,67 %
16	Didier	Dimathème	5e	2001	II	Espace	0		5	0,00 %					1	1cs	76	1,32 %
M 16										**9,52 %**				**0,00 %**				**1,26 %**
17	Didier	Dimathème	4e	2002	II	Triangle et sécantes	3	3c	3	100,00 %					0		78	0,00 %
17	Didier	Dimathème	4e	2002	II	Droites remarquables du triangle	2	2c	5	40,00 %					0		68	0,00 %
17	Didier	Dimathème	4e	2002	II	Triangle rectangle – Pythagore – Cosinus	0		4	0,00 %					0		77	0,00 %
17	Didier	Dimathème	4e	2002	II	Triangle rectangle – Distance et cercle	0		4	0,00 %					1		74	1,35 %
17	Didier	Dimathème	4e	2002	II	Translation	1	1c	3	33,33 %					0		64	0,00 %
17	Didier	Dimathème	4e	2002	II	Espace	0		5	0,00 %					0		87	0,00 %
M 17										**28,89 %**				**0,00 %**				**0,23 %**
18	Didier	Dimathème	3e	2003	II	Propriétés de Thalès	2		2	100,00 %	1		7	14,29 %	4		66	6,06 %
18	Didier	Dimathème	3e	2003	II	Trigonométrie dans le triangle rectangle	0		3	0,00 %	0		7	0,00 %	5		61	8,20 %

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	Référence du manuel					Chapitre	A-GD	*	A	A-GD%	C-GD	*	C	C-GD%	E-GD	*	E	E-GD%
	Edition	Collection	C	AE	PE													
18	Didier	Dimathème	3e	2003	II	Vecteurs et translations	2		4	50,00 %	0		8	0,00 %	2		69	2,90 %
18	Didier	Dimathème	3e	2003	II	Dans un repère	1		4	25,00 %	2		8	25,00 %	1		56	1,79 %
18	Didier	Dimathème	3e	2003	II	Angles et rotations	3		5	60,00 %	0		6	0,00 %	3		52	5,77 %
18	Didier	Dimathème	3e	2003	II	Espace	4		4	100,00 %	0		6	0,00 %	8		68	11,76 %
M 18										**55,83 %**				**6,55 %**				**6,08 %**
19	Hachette	Cinq sur cinq	4e	1998	I	Triangle rectangle et cercle circonscrit									5		52	9,62 %
19	Hachette	Cinq sur cinq	4e	1998	I	Le théorème de Pythagore									6		87	6,90 %
19	Hachette	Cinq sur cinq	4e	1998	I	Parallélogrammes et translations									6		80	7,50 %
19	Hachette	Cinq sur cinq	4e	1998	I	Triangles : milieux et parallèles									6		65	9,23 %
19	Hachette	Cinq sur cinq	4e	1998	I	Triangle rectangle et cosinus									0		50	0,00 %
19	Hachette	Cinq sur cinq	4e	1998	I	Triangles : droites remarquables									8		55	14,55 %
19	Hachette	Cinq sur cinq	4e	1998	I	Pyramide et cône de révolution									0		59	0,00 %
M 19										**0,00 %**				**0,00 %**				**6,83 %**
20	Hachette	Cinq sur cinq	3e	1999	I	Le théorème de Thalès et sa réciproque									4		67	5,97 %
20	Hachette	Cinq sur cinq	3e	1999	I	Triangle rectangle et trigonométrie									3		84	3,57 %
20	Hachette	Cinq sur cinq	3e	1999	I	Section – agrandissement - réduction									4		81	4,94 %
20	Hachette	Cinq sur cinq	3e	1999	I	De la translation au vecteurs									7		67	10,45 %
20	Hachette	Cinq sur cinq	3e	1999	I	Avec des coordonnées									1		70	1,43 %
20	Hachette	Cinq sur cinq	3e	1999	I	Angles, rotations, polygones réguliers									5		61	8,20 %
20	Hachette	Cinq sur cinq	3e	1999	I	La sphère									0		61	0,00 %
M 20										**0,00 %**				**0,00 %**				**4,94 %**
21	Hachette	Cinq sur cinq	6e	2000	II	Avec un compas et une règle graduée									4		69	5,80 %
21	Hachette	Cinq sur cinq	6e	2000	II	Avec une équerre et une règle									9		66	13,64 %
21	Hachette	Cinq sur cinq	6e	2000	II	Périmètres et aires									0		81	0,00 %
21	Hachette	Cinq sur cinq	6e	2000	II	Avec un rapporteur									2		67	2,99 %
21	Hachette	Cinq sur cinq	6e	2000	II	Descriptions, constructions, justifications									0		58	0,00 %
21	Hachette	Cinq sur cinq	6e	2000	II	Symétrie axiale									10		66	15,15 %
21	Hachette	Cinq sur cinq	6e	2000	II	Figures symétriques									13		85	15,29 %
21	Hachette	Cinq sur cinq	6e	2000	II	Dans l'espace									0		74	0,00 %
M 21										**0,00 %**				**0,00 %**				**6,61 %**
22	Hachette	Cinq sur cinq	5e	2001	II	Triangles : constructions et médiatrices									5		68	7,35 %
22	Hachette	Cinq sur cinq	5e	2001	II	Angles d'un triangle ; triangles particuliers									1		74	1,35 %
22	Hachette	Cinq sur cinq	5e	2001	II	Une nouvelle symétrie									2		71	2,82 %
22	Hachette	Cinq sur cinq	5e	2001	II	Parallèles et angles									0		62	0,00 %
22	Hachette	Cinq sur cinq	5e	2001	II	Parallélogrammes, parallélogrammes particuliers									6		80	7,50 %
22	Hachette	Cinq sur cinq	5e	2001	II	Aires et périmètres									0		68	0,00 %
22	Hachette	Cinq sur cinq	5e	2001	II	Prismes et cylindres									0		64	0,00 %

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	Référence du manuel					Chapitre	A-GD	*	A	A-GD%	C-GD	*	C	C-GD%	E-GD	*	E	E-GD%
	Edition	Collection	C	AE	PE													
22	Hachette	Cinq sur cinq	5e	2001	II	Prismes et cylindres : aires et volumes									0		70	0,00 %
M 22										**0,00 %**				**0,00 %**				**2,38 %**
23	Hachette	Cinq sur cinq	4e	2002	II	Triangle rectangle et cercle circonscrit	2	1c-1cs	7	28,57 %					2		78	2,56 %
23	Hachette	Cinq sur cinq	4e	2002	II	Le théorème de Pythagore	1		8	12,50 %					4		97	4,12 %
23	Hachette	Cinq sur cinq	4e	2002	II	Parallélogrammes et translations	0		8	0,00 %					4		72	5,56 %
23	Hachette	Cinq sur cinq	4e	2002	II	Triangles et parallèles	2	2c	8	25,00 %					4		87	4,60 %
23	Hachette	Cinq sur cinq	4e	2002	II	Triangle rectangle et cosinus	0		3	0,00 %					0		83	0,00 %
23	Hachette	Cinq sur cinq	4e	2002	II	Triangles : droites remarquables	3	3c	8	37,50 %					2		71	2,82 %
23	Hachette	Cinq sur cinq	4e	2002	II	Pyramides et cônes	0		8	0,00 %					0		81	0,00 %
M 23										**14,80 %**				**0,00 %**				**2,81 %**
24	Hachette	Cinq sur cinq	3e	2003	II	Le théorème de Thalès et sa réciproque									2		64	3,13 %
24	Hachette	Cinq sur cinq	3e	2003	II	Triangle rectangle et trigonométrie									0		82	0,00 %
24	Hachette	Cinq sur cinq	3e	2003	II	Espace : sections, agrandissement, réduction									3		72	4,17 %
24	Hachette	Cinq sur cinq	3e	2003	II	De la translation aux vecteurs									3		86	3,49 %
24	Hachette	Cinq sur cinq	3e	2003	II	Avec des coordonnées									0		90	0,00 %
24	Hachette	Cinq sur cinq	3e	2003	II	Angles, rotations, polygones réguliers									0		82	0,00 %
24	Hachette	Cinq sur cinq	3e	2003	II	La sphère									0		60	0,00 %
M 24										**0,00 %**				**0,00 %**				**1,54 %**
25	Hachette	Diabolo	4e	2003	II	Démontrer, triangle rectangle	2	2c	6	33,33 %					22		84	26,19 %
25	Hachette	Diabolo	4e	2003	II	Pythagore	1	1cs	9	11,11 %					13		105	12,38 %
25	Hachette	Diabolo	4e	2003	II	Triangle et droites parallèles	2	2cs	5	40,00 %					10		92	10,87 %
25	Hachette	Diabolo	4e	2003	II	Droites remarquables du triangle	3	3cs	7	42,86 %					20		88	22,73 %
25	Hachette	Diabolo	4e	2003	II	Cosinus d'un angle	1	1cs	5	20,00 %					7		90	7,78 %
25	Hachette	Diabolo	4e	2003	II	Pyramide et cône	2	2cs	7	28,57 %					17		94	18,09 %
25	Hachette	Diabolo	4e	2003	II	Translation	1	1cs	3	33,33 %					5		83	6,02 %
M 25										**29,89 %**				**0,00 %**				**14,87 %**
26	Hachette	Diabolo	3e	2004	II	Le théorème de Thalès	3	3cs	6	50,00 %					3		77	3,90 %
26	Hachette	Diabolo	3e	2004	II	Triangle rectangle	1	1cs	5	20,00 %					8		107	7,48 %
26	Hachette	Diabolo	3e	2004	II	Translation et vecteur	0		5	0,00 %					12		106	11,32 %
26	Hachette	Diabolo	3e	2004	II	Angle- rotation – polygone	1	1cs	5	20,00 %					7		85	8,24 %
26	Hachette	Diabolo	3e	2004	II	Dans l'espace	2	2c	6	33,33 %					4		96	4,17 %
M 26										**24,67 %**				**0,00 %**				**7,02 %**
27	Hatier	P.manuels H.	4e	2002	II	Triangle et droite des milieux									6		49	12,24 %
27	Hatier	P.manuels H.	4e	2002	II	Triangles et parallèles									2		50	4,00 %
27	Hatier	P.manuels H.	4e	2002	II	Triangle rectangle et cercle									1		54	1,85 %
27	Hatier	P.manuels H.	4e	2002	II	Propriété de Pythagore									0		63	0,00 %
27	Hatier	P.manuels H.	4e	2002	II	Cosinus d'un angle aigu									0		70	0,00 %
27	Hatier	P.manuels H.	4e	2002	II	Droites remarquables d'un triangle									3		65	4,62 %

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	Référence du manuel					Chapitre	A-GD	*	A	A-GD%	C-GD	*	C	C-GD%	E-GD	*	E	E-GD%
	Edition	Collection	C	AE	PE													
27	Hatier	P.manuels H.	4e	2002	II	Pyramides et cônes de révolution									0		44	0,00 %
27	Hatier	P.manuels H.	4e	2002	II	Translation									0		35	0,00 %
M 27										**0,00 %**				**0,00 %**				**2,84 %**
28	Hatier	P.manuels H.	3e	2003	II	Trigonométrie – Angles inscrits									1		78	1,28 %
28	Hatier	P.manuels H.	3e	2003	II	Théorème de Thalès									1		64	1,56 %
28	Hatier	P.manuels H.	3e	2003	II	Vecteurs et translation									1		57	1,75 %
28	Hatier	P.manuels H.	3e	2003	II	Rotations – Polygones réguliers									4		44	9,09 %
28	Hatier	P.manuels H.	3e	2003	II	Vecteurs et coordonnées									0		69	0,00 %
28	Hatier	P.manuels H.	3e	2003	II	Géométrie dans l'espace									0		62	0,00 %
M 28										**0,00 %**				**0,00 %**				**2,28 %**
29	Hatier	Triangle	4e	1998	I	Initiation à la démonstration									0		68	0,00 %
29	Hatier	Triangle	4e	1998	I	Théorème de Pytagore									0		79	0,00 %
29	Hatier	Triangle	4e	1998	I	Triangles rectangles et cercles									0		66	0,00 %
29	Hatier	Triangle	4e	1998	I	Droites remarquables du triangle									1		59	1,69 %
29	Hatier	Triangle	4e	1998	I	Cosinus d'un angle									0		68	0,00 %
29	Hatier	Triangle	4e	1998	I	Translation									0		51	0,00 %
29	Hatier	Triangle	4e	1998	I	Pyramides et cônes									0		57	0,00 %
M 29										**0,00 %**				**0,00 %**				**0,24 %**
30	Hatier	Triangle	3e	1999	I	Géométrie plane et théorème de Thalès									0		59	0,00 %
30	Hatier	Triangle	3e	1999	I	Trigonométrie – Angles inscrits									0		79	0,00 %
30	Hatier	Triangle	3e	1999	I	Translations – Vecteurs – Rotations									0		63	0,00 %
30	Hatier	Triangle	3e	1999	I	Vecteurs et coordonnées									3	1c	69	4,35 %
30	Hatier	Triangle	3e	1999	I	Géométrie dans l'espace et sphères									0		73	0,00 %
M 30										**0,00 %**				**0,00 %**				**0,87 %**
31	Hatier	Triangle	6e	2000	II	Parallèles et perpendiculaires	2	1c	7	28,57 %					1		60	1,67 %
31	Hatier	Triangle	6e	2000	II	Longueurs	0		10	0,00 %					3		58	5,17 %
31	Hatier	Triangle	6e	2000	II	Cercles, triangles, quadrilatères	0		9	0,00 %					0		58	0,00 %
31	Hatier	Triangle	6e	2000	II	Aires	0		9	0,00 %					1		71	1,41 %
31	Hatier	Triangle	6e	2000	II	Angles	0		11	0,00 %					2		60	3,33 %
31	Hatier	Triangle	6e	2000	II	Symétrie axiale	1		11	9,09 %					0		58	0,00 %
31	Hatier	Triangle	6e	2000	II	Parallélépipède rectangle (ou pavé droit)	0		6	0,00 %					0		44	0,00 %
31	Hatier	Triangle	6e	2000	II	Volume d'un parallélépipède rectangle	0		9	0,00 %					0		33	0,00 %
M 31										**4,71 %**				**0,00 %**				**1,45 %**
32	Hatier	Triangle	5e	2001	II	Triangles									0		54	0,00 %
32	Hatier	Triangle	5e	2001	II	Symétrie centrale									0		55	0,00 %
32	Hatier	Triangle	5e	2001	II	Angles et parallélisme									0		69	0,00 %
32	Hatier	Triangle	5e	2001	II	Quadrilatères									1	1cs	69	1,45 %

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	Référence du manuel					Chapitre	A-GD	*	A	A-GD%	C-GD	*	C	C-GD%	E-GD	*	E	E-GD%
	Edition	Collection	C	AE	PE													
32	Hatier	Triangle	5e	2001	II	Aire de figures planes									1	1cs	53	1,89 %
32	Hatier	Triangle	5e	2001	II	Prisme droit, cylindre									0		55	0,00 %
32	Hatier	Triangle	5e	2001	II	Volume d'un prisme droit, d'un cylindre									0		48	0,00 %
M 32										**0,00 %**				**0,00 %**				**0,48 %**
33	Hatier	Triangle	4e	2002	II	Initiation à la démonstration	2		12	16,67 %					2		62	3,23 %
33	Hatier	Triangle	4e	2002	II	Théorème de Pythagore	0		10	0,00 %					0		68	0,00 %
33	Hatier	Triangle	4e	2002	II	Triangle rectangle et cercle	0		9	0,00 %					4		66	6,06 %
33	Hatier	Triangle	4e	2002	II	Droites remarquables du triangle	0		8	0,00 %					0		54	0,00 %
33	Hatier	Triangle	4e	2002	II	Triangles et droites parallèles	0		8	0,00 %					2		63	3,17 %
33	Hatier	Triangle	4e	2002	II	Cosinus d'un angle aigu	0		12	0,00 %					0		68	0,00 %
33	Hatier	Triangle	4e	2002	II	Pyramides et cônes	0		12	0,00 %					0		69	0,00 %
33	Hatier	Triangle	4e	2002	II	Translation	2		10	20,00 %					1		40	2,50 %
M 33										**4,58 %**				**0,00 %**				**1,87 %**
34	Hatier	Triangle	3e	2003	II	Géométrie plane et théorème de Thalès	0		7	0,00 %								
34	Hatier	Triangle	3e	2003	II	Trigonométrie - Angles inscrits - Angles au centre	0		10	0,00 %								
34	Hatier	Triangle	3e	2003	II	Translation - Vecteurs - Rotation	0		12	0,00 %								
34	Hatier	Triangle	3e	2003	II	Géométrie dans l'espace	0		11	0,00 %								
34	Hatier	Triangle	3e	2003	II	Vecteurs et coordonnées	1	1c	13	7,69 %								
M 34										**1,54 %**				**0,00 %**				**0,00 %**
35	Magnard	Maths	6e	2000	II	Droites perpendiculaires et droites parallèles									4	2c	59	6,78 %
35	Magnard	Maths	6e	2000	II	Cercles et angles									3		57	5,26 %
35	Magnard	Maths	6e	2000	II	Triangle et quadrilatères									4		66	6,06 %
35	Magnard	Maths	6e	2000	II	Aire et périmètre									2	2c	85	2,35 %
35	Magnard	Maths	6e	2000	II	Solides									1		51	1,96 %
35	Magnard	Maths	6e	2000	II	Symétrie orthogonale									4		56	7,14 %
35	Magnard	Maths	6e	2000	II	Volume									0		44	0,00 %
M 35										**0,00 %**				**0,00 %**				**4,22 %**
36	Magnard	Maths	5e	2001	II	Triangles	0		11	0,00 %	0		4	0,00 %	2		47	4,26 %
36	Magnard	Maths	5e	2001	II	Symétrie centrale	0		6	0,00 %	0		4	0,00 %	5		60	8,33 %
36	Magnard	Maths	5e	2001	II	Angles	0		6	0,00 %	0		4	0,00 %	4		54	7,41 %
36	Magnard	Maths	5e	2001	II	Parallélogrammes	1	1c	8	12,50 %	0		3	0,00 %	4		63	6,35 %
36	Magnard	Maths	5e	2001	II	Solides	1		8	12,50 %	1	1cs	2	50,00 %	2		60	3,33 %
36	Magnard	Maths	5e	2001	II	Aires	0		7	0,00 %	0		4	0,00 %	3		72	4,17 %
36	Magnard	Maths	5e	2001	II	Volumes	0		7	0,00 %	0		4	0,00 %	0		50	0,00 %
M 36										**3,57 %**				**7,14 %**				**4,84 %**
37	Magnard	Maths	4e	2002	II	Parallélogramme et translation	0		7	0,00 %					4	2c	67	5,97 %
37	Magnard	Maths	4e	2002	II	Triangle et proportionnalité	1	1c	9	11,11 %					3	2c	67	4,48 %

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	Référence du manuel					Chapitre	A-GD	*	A	A-GD%	C-GD	*	C	C-GD%	E-GD	*	E	E-GD%
	Edition	Collection	C	AE	PE													
37	Magnard	Maths	4e	2002	II	Droites remarquables d'un triangle	1		6	16,67 %					3	3c	69	4,35 %
37	Magnard	Maths	4e	2002	II	Cercle et triangle rectangle	0		6	0,00 %					3	3c	66	4,55 %
37	Magnard	Maths	4e	2002	II	Théorème de Pythagore	1		7	14,29 %					3	3c	88	3,41 %
37	Magnard	Maths	4e	2002	II	Pyramide et cône	0		10	0,00 %					1	1c	53	1,89 %
37	Magnard	Maths	4e	2002	II	Cosinus d'un angle aigu	0		7	0,00 %					1	1c	62	1,61 %
M 37										**6,01 %**				**0,00 %**				**3,75 %**
38	Magnard	Maths	3e	2003	II	Propriété de Thalès	2	1c	9	22,22 %					0		78	0,00 %
38	Magnard	Maths	3e	2003	II	Trigonométrie	1	1c	8	12,50 %					0		68	0,00 %
38	Magnard	Maths	3e	2003	II	Vecteurs et translations	1	1cs	10	10,00 %					3		88	3,41 %
38	Magnard	Maths	3e	2003	II	Rotations et angles	1	1c	9	11,11 %					2		71	2,82 %
38	Magnard	Maths	3e	2003	II	Coordonnées et calculs dans un repère	0		5	0,00 %					0		81	0,00 %
38	Magnard	Maths	3e	2003	II	Sphères et sections	0		7	0,00 %					0		67	0,00 %
M 38										**9,31 %**				**0,00 %**				**1,04 %**
39	Nathan	N.Transmath	5e	1997	I	Prisme droit, cylindre de révolution									1		41	2,44 %
39	Nathan	N.Transmath	5e	1997	I	Symétrie centrale : construction d'images									0		68	0,00 %
39	Nathan	N.Transmath	5e	1997	I	Parallélogrammes, angles									0		57	0,00 %
39	Nathan	N.Transmath	5e	1997	I	Parallélogrammes : propriétés caractéristiques									1		66	1,52 %
39	Nathan	N.Transmath	5e	1997	I	Triangles									1		86	1,16 %
39	Nathan	N.Transmath	5e	1997	I	Aires et volumes									1		62	1,61 %
M 39										**0,00 %**				**0,00 %**				**1,12 %**
40	Nathan	N.Transmath	4e	1998	I	Parallélogrammes et translations									1	1c	74	1,35 %
40	Nathan	N.Transmath	4e	1998	I	Triangles : milieux, parallèles									1	1c	81	1,23 %
40	Nathan	N.Transmath	4e	1998	I	Droites remarquables d'un triangle									1	1c	63	1,59 %
40	Nathan	N.Transmath	4e	1998	I	Triangle rectangle et cercle									1	1c	92	1,09 %
40	Nathan	N.Transmath	4e	1998	I	Cosinus d'un angle aigu									1	1c	74	1,35 %
40	Nathan	N.Transmath	4e	1998	I	Pyramide et cône de révolution									1	1c	72	1,39 %
M 40										**0,00 %**				**0,00 %**				**1,33 %**
41	Nathan	N.Transmath	3e	1999	I	Géométrie dans l'espace									0		60	0,00 %
41	Nathan	N.Transmath	3e	1999	I	Triangle rectangle									0		76	0,00 %
41	Nathan	N.Transmath	3e	1999	I	Propriété de Thalès									2	2c	64	3,13 %
41	Nathan	N.Transmath	3e	1999	I	Vecteurs et translations									2	2c	81	2,47 %
41	Nathan	N.Transmath	3e	1999	I	Rotations, angles, polygones réguliers									0		68	0,00 %
M 41										**0,00 %**				**0,00 %**				**1,12 %**
42	Nathan	Transmath	6e	2000	II	Reproduction de figures planes									1		76	1,32 %
42	Nathan	Transmath	6e	2000	II	Figures usuelles									1		78	1,28 %
42	Nathan	Transmath	6e	2000	II	Périmètres et aires									1		79	1,27 %
42	Nathan	Transmath	6e	2000	II	Symétrie axiale. Axe de symétrie									1		79	1,27 %

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	Référence du manuel					Chapitre	A-GD	*	A	A-GD%	C-GD	*	C	C-GD%	E-GD	*	E	E-GD%
	Edition	Collection	C	AE	PE													
42	Nathan	Transmath	6e	2000	II	Parallélépipède rectangle									1		70	1,43 %
42	Nathan	Transmath	6e	2000	II	Construction de figures symétriques									1		85	1,18 %
M 42										**0,00 %**				**0,00 %**				**1,29 %**
43	Nathan	Transmath	5e	2001	II	Prismes et cylindres	0		4	0,00 %								
43	Nathan	Transmath	5e	2001	II	Symétrie centrale	0		4	0,00 %								
43	Nathan	Transmath	5e	2001	II	Parallélogrammes. Angles	1	1c	5	20,00 %								
43	Nathan	Transmath	5e	2001	II	Quadrilatères	0		4	0,00 %								
43	Nathan	Transmath	5e	2001	II	Triangles et cercles	1		6	16,67 %								
43	Nathan	Transmath	5e	2001	II	Aire latérale. Volume	0		4	0,00 %								
M 43										**6,11 %**				**0,00 %**				**0,00 %**
44	Nathan	Transmath	4e	2002	II	Parallélogrammes et translations									1		99	1,01 %
44	Nathan	Transmath	4e	2002	II	Triangles : milieux, parallèles									2		85	2,35 %
44	Nathan	Transmath	4e	2002	II	Droites remarquables d'un triangle									1		80	1,25 %
44	Nathan	Transmath	4e	2002	II	Triangle rectangle et cercle									2		98	2,04 %
44	Nathan	Transmath	4e	2002	II	Cosinus d'un angle aigu									1		77	1,30 %
44	Nathan	Transmath	4e	2002	II	Pyramide et cône de révolution									3		70	4,29 %
M 44										**0,00 %**				**0,00 %**				**2,04 %**
45	Nathan	Transmath	3e	2003	II	Trigonométrie	1		5	20,00 %					1		84	1,19 %
45	Nathan	Transmath	3e	2003	II	Théorème de Thalès	0		2	0,00 %					2	2c	65	3,08 %
45	Nathan	Transmath	3e	2003	II	Géométrie dans l'espace	1		6	16,67 %					1		81	1,23 %
45	Nathan	Transmath	3e	2003	II	Vecteurs et translations	2		4	50,00 %					2	2c	83	2,41 %
45	Nathan	Transmath	3e	2003	II	Coordonnées et distances	1		5	20,00 %					1	1c	78	1,28 %
45	Nathan	Transmath	3e	2003	II	Rotations. Angles. Polygones réguliers	0		4	0,00 %					2	2c	71	2,82 %
M 45										**17,78 %**				**0,00 %**				**2,00 %**

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

2.3. Troisième grille : contenu des supports informatiques des manuels

Grille conçue à partir des ressources sur les sites suivantes : http://www.editions-belin.com; http://www.editions-bordas.com; http://www.editionsdidier.com; http://www.hachette-education.com; http://www.editions-hatier.fr; http://www.nathan.fr

Légende :

P : professeur **E** : élève **R** : réseau

Référence du manuel	Support Logo	Contenu / Commentaire d'auteurs		Exploitation de la GD
		Contenu à l'exception de la GD	Contenu relatif à la GD	
Belin Décimale (I) 4e	Disquette P		Figures géométriques du manuel	Animation
Belin Décimale (I) 3e	CD-rom P	Tests de révisions en trigonométrie	Figures géométriques du manuel	Animation
Belin N.Décimale (II) 6e	CD-rom P	Jeux mathématiques	Figures géométriques du manuel « Leur animation pourra être proposée pour introduire le travail présenté aux élèves ou pour le prolonger. Si vous possédez la version intégrale du logiciel de construction géométrique Cabri-Géomètre II, vous pourrez modifier les figures à loisir. Cela vous permettra : de créer des squelettes de figures permettant aux élèves d'achever la partie intéressante de la construction ; de créer de nouvelles figures. Vous pourrez alors coller ces figures dans vos documents et créer ainsi de nouveaux sujets de devoirs et d'activités à distribuer aux élèves. »	Animation Visualisation des étapes de construction
Belin N.Décimale (II) 5e	CD-rom P	Fichiers Excel ; jeux mathématiques pour un entraînement ludique au calcul ; fiches photocopiables ; adresses de sites Internet pour faciliter les recherches.	Figures géométriques du manuel	Animation Visualisation des étapes de construction
Belin N.Décimale (II) 4e	CD-Rom P	Fichiers Excel ; recherches documentaires à faire sur Internet ; fiches photocopiables.	Figures géométriques du manuel « Leur animation peut être proposée en classe soit pour faciliter la mise en œuvre de certaines activités ou de certains exercices, soit pour visualiser les différentes étapes de constructions géométriques. »	Animation Visualisation des étapes de construction
Belin N.Décimale (II) 3e	CD-rom R	« Les élèves : développent leurs compétences grâce à des exercices interactifs et variés; progressent grâce à la correction systématique et détaillée de chaque exercice. Le professeur : visualise le score de chaque élève sur l'ensemble des notions abordées; imprime et archive les résultats individuels des élèves. »		

Référence du manuel	Support Logo	Contenu / Commentaire d'auteurs		Exploitation de la GD
		Contenu à l'exception de la GD	Contenu relatif à la GD	
	CD-rom P	Fichiers Excel ; des recherches documentaires à faire sur Internet, des fiches photocopiables.	Figures géométriques du manuel « Leur animation peut être proposée en classe soit pour faciliter la mise en œuvre de certaines activités ou de certains exercices, soit pour visualiser les différentes étapes de constructions géométriques. »	Animation Visualisation des étapes de construction
Bordas Gramain (II) 6e	CD-rom/ Disquette P	« Des exercices, des activités, des contrôles pour accompagner l'enseignant à chaque étape de son enseignement » 900 exercices accessibles par mots-clefs ; 80 activités de découverte ; 140 exercices tirés des évaluations nationales ; 60 devoirs de contrôle		
Bordas Serra (II) 6e	CD-rom/ Disquette P		Figures géométriques du manuel « Une aide efficace à la construction de figures géométriques en classe de 6e. 200 figures animées par Cabri-Géomètre, Géoplan et Géospace. »	Animation Visualisation des étapes de construction
Didier Dimathème (II) 3e	CD-rom E	« Pour créer ou modifier à volonté des exercices, préparer des contrôles, personnaliser ses cours et animer sa classe. 60 animations liées aux activités et aux exercices du manuel, destinées à être projetées en classe ou utilisées par l'élève en salle informatique ; 600 exercices imprimables et modifiables complètent les exercices du manuel ; des QCM interactifs pour que l'élève s'auto-évalue et remédie à ses erreurs »	Figures géométriques du manuel « la version bridée de Geospace et Cabri, ainsi que le logiciel Déclic qui permet de modifier les figures des exercices proposés. »	Animation Visualisation des étapes de construction
Hachette Diabolo (II) 3e	Site Internet E/P	« Un site d'entraînement et de révision pour les élèves, une banque d'exercices corrigés et animés pour la vidéo-projection de l'enseignant » Plus de 500 exercices du livre guidés et corrigés (coups de pouce, aides méthodologiques…), des rappels de cours en lien avec les exercices.	Figures géométriques du manuel « Des ressources animées à l'appui des exercices : des figures animées grâce à des logiciels de géométrie (téléchargement possible du fichier), animations explicatives…) »	Animation Visualisation des étapes de construction
Hatier Multi-math (II) 3e	Site Internet E / P	« Une banque de ressources classées à la fois par chapitre et par type de ressources. Les Compléments pour chaque chapitre : motivations pédagogiques et corrigés des activités ; l'intégralité des corrigés , des fichiers à double extension Cabri-géométrie, Géoplan et Excel, soit pour animer le cours, soit à manipuler par l'élève ; des "recharges" d'exercices (Word) ; histoire des maths ; cyber-interros »	Figures géométriques du manuel « Sur le site, des fichiers variés de géométrie (double extension Cabri et Geoplanw) ou Excel pour permettre à l'enseignant une animation pédagogique de la notion, dans le cadre d'une utilisation en classe sur vidéo-projecteur ou en salle informatique »	Animation Visualisation des étapes de construction
Hatier Triangle (II) 4e	CD-rom R		Figures géométriques du manuel « activités et exercices sous le logiciel Géometrix (fourni sur le cédérom) : Figures des activités du manuel pour conjecturer ; exercices de construction et de démonstration. »	Animation Visualisation des étapes de construction
	CD-rom P	Contrôles de fin de chapitre et exercices de calcul numérique modifiables et imprimables, fichiers de données Excel.	Figures géométriques du manuel « Figures du manuel imprimables et projetables ; des activités sous le logiciel Géometrix (fourni sur le cédérom utilisables en classe par l'enseignant et par l'élève grâce à la version établissement.) »	Animation
Hatier Triangle (II) 3e	CD-rom P	« Des outils faciles d'accès pour préparer les cours et pour gérer des temps de classe » Exercices rituels, devoirs de contrôles, banques d'exercices de brevet (fichiers éditables et modifiables) ; Corrigés des exercices de statistiques, figures des exercices de géométrie, corrigés des problèmes de synthèse (projetables) ; méthodes du manuel et construction de base en géométrie (projetables).	Figures géométriques du manuel	Animation Visualisation des étapes de construction

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Référence du manuel	Support Logo	Contenu / Commentaire d'auteurs		Exploitation de la GD
		Contenu à l'exception de la GD	Contenu relatif à la GD	
Nathan N.Transmath (I) 4e	CD-rom P	« Pour préparer vos cours et vos contrôles, pour animer votre classe » 300 exercices nouveaux correspondant aux chapitres du manuel.	Figures géométriques du manuel et d'autres « 300 figures pouvant être animées en classe : celles des activités ou des exercices du manuel ; celles des exercices du CDRom ; les versions bridées de geoplanw et geospacw. »	Animation Visualisation des étapes de construction
Nathan N.Transmath (I) 3e	CD-rom P	« Pour préparer vos cours et vos contrôles, pour animer votre classe » 300 exercices nouveaux correspondant aux chapitres du manuel ; des exercices de révision ; des annales de Brevet des collèges ; une rubrique de soutien, et pour une utilisation en classe avec les élèves ; des QCM ; des constructions de figures en individuel ; des descriptions de séances en collectif.	Figures géométriques du manuel et d'autres « 300 figures pouvant être animées en classe : celles des activités ou des exercices du manuel ; celles des exercices du CDRom ; les versions bridées de geoplanw et geospacw. »	Animation Visualisation des étapes de construction
Nathan Transmath (II) 6e	CD-rom P (Logo ordinateur)	« Pour faire participer les élèves, le CD-Rom interactif facilite leur compréhension des mathématiques, la visualisation et la construction des figures, l'entraînement » Un didacticiel comportant plus de 1000 questions avec contrôle des réponses, 200 énoncés d'exercices nouveaux.	Figures géométriques du manuel et d'autres « 100 figures mathématiques animables avec Geoplanw et geospacw, ainsi que les versions bridées de ces deux logiciels »	Animation Visualisation des étapes de construction
Nathan Transmath (II) 5e	CD-rom P (Logo ordinateur)	Le contenu du CD-Rom de l'élève ; 200 énoncés d'exercices nouveaux correspondant aux chapitres du manuel	Figures géométriques du manuel et d'autres « 100 figures mathématiques animables avec GeoplanW et géospacW ; les versions bridées de GeoplanW version 2 et GeospacW. »	Animation Visualisation des étapes de construction
	CD-rom E (Logo ordinateur)	« Un véritable complément interactif du manuel de l'élève pour l'entraînement à la maison ou en classe. » • Les pages de cours et de méthodes du livre, accompagnés des liens vers les définitions utiles et les compléments nécessaires ; un didacticiel lui permettant de travailler en autonomie avec contrôle des réponses ; un lexique et un index pour avoir un accès instantané aux mots et à leurs définitions ; des aides nombreuses accessibles directement depuis chaque page.	Figures géométriques du manuel	Animation Visualisation des étapes de construction
Nathan Transmath (II) 4e	CD-rom E / R (Logo ordinateur)	« Un véritable complément interactif du manuel de l'élève. Pour faire davantage participer les élèves, faciliter leur compréhension des mathématiques et motiver leur entraînement. Pour mieux comprendre et progresser : un outil interactif idéal pour l'entraînement en classe ou à la maison. Les pages de cours du manuel sont rendues interactives par une navigation guidée ; des imagiciels permettent la manipulation d'objets mathématiques ; des exercices supplémentaires, différents de ceux du manuel, pour réviser et s'entraîner. Le contrôle des réponses permet à l'élève un véritable travail en autonomie. »	Figures géométriques du manuel	Animation Visualisation des étapes de construction

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Référence du manuel	Support Logo	Contenu / Commentaire d'auteurs		Exploitation de la GD
		Contenu à l'exception de la GD	Contenu relatif à la GD	
	CD-rom P	Le contenu du CD-Rom de l'élève dans son intégralité ; 200 énoncés d'exercices nouveaux correspondant aux chapitres du manuel.	Figures géométriques Manuel d'utilisation des logiciels. « Pour enrichir, présenter et animer vos cours ; pour aider vos élèves à la compréhension des mathématiques grâce à l'animation de figures géométriques sur écran ; pour faire travailler les élèves en salle informatique. » « 100 figures mathématiques animables avec geoplanw et geospacw ; les versions bridées de geoplanw 2000 et geospacw. Le guide de l'utilisateur : 32 pages tout en couleurs pour une prise en main rapide et efficace. Des exemples d'utilisation montrent comment exploiter les fichiers proposés. »	Animation Visualisation des étapes de construction
	Site compagnon P	« ils complètent le livre du professeur, proposent des ressources complémentaires, des pistes pédagogiques ou encore des corrigés. tous les fichiers Géoplan, Géospace et Fractales 3D ; l'intégralité du livre du professeur. »	Fichiers des figures géométriques	Animation
Nathan Transmath (II) 3e	Site compagnon P	« ils complètent le livre du professeur, proposent des ressources complémentaires, des pistes pédagogiques ou encore des corrigés. Des fichiers Géoplan et Géospace. L'intégralité du livre du professeur. »	Fichiers des figures géométriques	Animation
	CD-rom P	Le contenu du CD-Rom de l'élève 3e dans son intégralité ; des fichiers Word contenant 200 énoncés d'exercices nouveaux correspondant aux chapitres du manuel.	Fichiers des figures géométriques Manuel d'utilisation des logiciels. « Pour enrichir, présenter et animer vos cours. Pour aider vos élèves à la compréhension des mathématiques grâce à l'animation de figures géométriques sur écran. Pour faire travailler les élèves en salle informatique. » « 100 figures mathématiques animables avec Geoplan et Geospace ; la version bridée de Geoplan-Geospace. Le guide de l'utilisateur : 32 pages tout en couleurs pour une prise en main rapide et efficace. Des exemples d'utilisation montrent comment exploiter les fichiers proposés. »	Animation
	CD-rom R	« Un véritable complément interactif du manuel de l'élève. Pour faire davantage participer les élèves, faciliter leur compréhension des mathématiques et motiver leur entraînement. Pour mieux comprendre et progresser : un outil interactif idéal pour l'entraînement en classe ou à la maison. Les points forts du CD-Rom : Les pages de cours du manuel sont rendues interactives par une navigation guidée ; des imagiciels permettent la manipulation d'objets mathématiques ; des exercices supplémentaires, différents de ceux du manuel, pour réviser et s'entraîner. Le contrôle des réponses permet à l'élève un véritable travail en autonomie.	Figures géométriques du manuel.	Animation Visualisation des étapes de construction

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Annexe 3. Texte renseignant les enseignants sur la méthodologie d'observation des séances

Le texte ci-dessous a été remis en début d'année scolaire 2002-2003 aux quatre enseignants participant à notre étude, dans le but de les renseigner sur la méthodologie d'observation et leur communiquer nos attentes liées à leur participation. Notons que le titre de la thèse mentionné dans le texte était à l'époque provisoire.

Méthodologie d'observation

Cette observation fait partie de notre thèse intitulée *« L'intégration des instruments technologiques dans l'enseignement des mathématiques vue du côté du professeur. Quels obstacles, quelles reconstructions (Habitus, praxéologies,...) ? »*. Elle porte sur l'enseignement de la géométrie avec les outils informatiques au collège. Nous nous intéressons particulièrement aux pratiques de l'enseignant dans ce type d'enseignement. Pour cela, il est important d'étudier ces pratiques dans la classe. Voici notre méthodologie d'observation :

Nous souhaitons coopérer avec au moins 4 enseignants pour ce travail. Nous compléterons éventuellement cette étude directe par un recueil d'information par questionnaire auprès d'autres enseignants.

La première étape consiste à interviewer des enseignants volontaires sur leurs choix, pratiques et attentes relatifs à l'outil informatique. A ce stade de notre travail, nous ne recherchons pas un type particulier d'enseignant ; nous essayerons cependant d'avoir une variété (formation suivie ou non, âge, débutant ou non dans la profession ou bien dans l'usage de l'outil informatique, …)

Au cours de cette étape, nous prendrons connaissance du planning de travail pour l'année (sur le thème géométrique à étudier avec l'outil informatique, avec telle classe et tel jour).

Nous nous entretiendrons avec le professeur avant et après chaque séance. Nous nous efforcerons de limiter la durée de ces entretiens et de trouver des plages de temps favorables, de façon à ne pas introduire des contraintes. Avant chaque séance d'observation, nous prendrons connaissance du déroulement prévu, des choix et objectifs…).

L'observateur sera présent dans la classe pour pouvoir observer et noter ses remarques. Il n'interviendra en principe pas. Si l'enseignant le souhaite et en cas de nécessité, il pourra, sans perturber le déroulement et l'observation, apporter une aide technique ponctuelle. Nous

utiliserons un magnétophone pour enregistrer les interventions de l'enseignant. Un second magnétophone pourra être utilisé pour enregistrer les échanges dans un groupe d'élèves, choisi en accord avec le professeur. Un caméscope pourra être envisagé, en accord avec l'enseignant, si cela s'avère indispensable..

Après chaque séance, nous interrogerons l'enseignant sur la façon dont il perçoit le déroulement effectif de la séance et l'influence de ses choix.

A priori, notre observation aura lieu durant l'année scolaire 2002-2003.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Annexe 4. Fiches d'entretien produites à partir des entretiens avec les enseignants

4.1. Quelques précisions pour la lecture des fiches

Pour garantir l'anonymat des enseignants observés nous avons attribué à chacun un pseudonyme comme suivant : Brune, Bernard et Bruno enseignent dans un même collège et Anne une enseignante d'un collège différent.

Nous avons réalisé un entretien semi-directif avec chacun des enseignants, lors de notre première rencontre en début de l'année scolaire 2002-2003. Deux entretiens ont été réalisés en groupe, il s'agit des entretiens avec les enseignants Bernard et Bruno. Afin de cerner les points communs et les différences entre les enseignants, nous nous sommes proposés de produire des fiches d'entretien pour chacun des enseignants.

Chaque fiche est structurée en deux colonnes et douze/treize lignes. La première colonne intègre les points que nous avons souhaité aborder, et la seconde contient des éléments de réponses. Ces éléments de réponses y sont intégrées en deux formats : en format de note (sans guillemets) et en format de citation (avec guillemets). Nous y avons aussi rapporté nos propos (locuteur : Observateur) quand cela nous semblait nécessaire pour la compréhension de la citation empruntée.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

4.2. Enseignante Anne

Pseudonyme/établissement + Autres fonctions	Anne/Collège en banlieue parisienne (78) + participe au groupe de travail « TICE » de l'IREM de Paris 7
Ancienneté (en années) dans la profession	12 ans (depuis 1990)
Ancienneté (en années) dans l'usage des TICE (usage personnel/usage professionnel)	9 ans / 6 ans « Oh, pas longtemps, l'usage des TICE, j'ai commencé un tout petit peu seulement à utiliser SMAO6e en 1996. Et vraiment vraiment régulièrement, c'est seulement depuis 99-2000, avec justement Geoplan. Et j'ai l'ordinateur à la maison depuis 1993. »
Formations informatiques suivies (nombre, logiciels)	Oui, deux stages sur Geoplan, tableurs… « Un stage seulement en 99 et en ce moment on fait un stage établissement dans mon collège. Sur Geoplan, les tableurs, tout pour les mathématiques en fait. »
Equipement informatique de l'établissement pour l'enseignement des mathématiques	Une salle informatique (15 ordinateurs pour les élèves + Internet). Une chariot multimédia : ordinateur portable + vidéo-projecteur. Logiciels : SMAO6e, Geoplan, Pour apprendre à démontrer, tableur… **Observateur :** Vous n'avez pas Cabri ? « On a choisi Geoplan plutôt que Cabri. Quand on va en stage, on en parle beaucoup plus de Geoplan que de Cabri, donc on n'a pas, euh, et c'est moins cher que Cabri, c'est beaucoup moins cher que Cabri. »
Usage des TICE dans l'enseignement des mathématiques (logiciels)	Vidéo-projecteur, salle informatique. SMAO6e, Geoplan, Tableur, Pour apprendre à démontrer. « Geoplan, euh, pas encore les tableurs mais je pense les faire cette année des tableurs, même en 5e. Et là le nouveau logiciel 'Pour apprendre à démontrer' pour les 4e surtout. »
Classes enseignées	Deux classes de 5e et une de 4e
Manuels utilisés dans ces classes	HATIER-Nouveau Pythagore 4e (1998) BELIN-Décimal 5e (1997)
Usages des TICE/ logiciels utilisés (ou à utiliser) dans ces classes	Vidéo-projecteur, salle informatique. Internet, Geoplan, Pour apprendre à démontrer, Excel. « Internet, Geoplan, Pour apprendre à démontrer, et pour les tableurs ça sera Excel. Je vais tester avec Internet, je vais tester sur les sites 'Académie de Versailles', des exercices sur les nombres relatifs, quand je pourrais y aller, j'y mènerai les élèves pour leur dire « aujourd'hui on travail sur les nombres relatifs », donc ils vont faire des exercices. Comme ça c'est pas des logiciels qu'on achète, c'est gratuit, en fait, on peut consulter comme on veut. »
Intérêt de ce choix	« L'intérêt c'est que c'est plus parlant pour des élèves, surtout pour les élèves en difficulté. C'est-à-dire qu'ils ne vont pas rester statiques devant leurs feuilles, ils vont être intéressés, ils vont se mettre devant

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	les machines, et du coup comme ils vont s'intéresser, ils vont pouvoir répondre à quelques questions. Et puis, l'intérêt c'est que, quand on fait un exercice, quelques fois il faudrait que l'élève fasse dix figures, alors que là, on bougeant seulement un point de la figure, l'élève peut voir que ça marche tout le temps. Mais ce n'est pas une démonstration, c'est juste euh… Pour qu'il puisse arriver à une propriété, en voyant que ça marche tout le temps sans, sinon sur leur feuille il ne reste que trois figures par exemple, alors là il fait plusieurs en infinité, il voit que ça marche, ça marche bien. Par exemple pour Pythagore ou pour le triangle rectangle inscrit dans un cercle, on en fait pas cinquante quand on fait sur un papier, on en fait deux trois, on dit à peu près ça décrit quoi comme figure. Alors qu'avec l'informatique on peut en faire plusieurs et très vite. Et puis, il faut aussi que les élèves évoluent avec la société. C'est un phénomène de société, il faut pas rester entre guillemet archaïque, il faut qu'on leur montre que l'enseignement va aussi dans la sens de la modernité et qu'on ne compte pas sur notre position. Il faut qu'ils voient bien que tout évolue. »
Thèmes géométriques à traiter avec la GD (logiciel, niveau d'enseignement, période)	La Pythagore (peut-être), le Cosinus, le Thalès (peut-être), les droites remarquables d'un triangle, la symétrie centrale, le triangle, le cercle circonscrit. « Pythagore, j'ai fini maintenant par contre, mais je peux revenir en activité, ça fait toujours des révisions. Le Cosinus. Euh Thalès, je ne sais pas, je n'ai pas réfléchi. Les droites remarquables d'un triangle. Il y avait la symétrie centrale, c'est fini aussi, c'était pour les 5e, mais je vais revenir en révision. Le triangle aussi en 5e, construire un triangle, le cercle circonscrit. Voilà, et l'espace je peux pas le faire, parce qu'on n'a pas Geospace, on n'a que Geoplan. »
Les élèves sont-ils déjà familiers à cet usage ?	Non. « Un ordinateur chez eux, oui, la plupart. Par contre, ils ne connaissent pas forcement les logiciels, et donc là il y a au moins une séance de 1 heure pour tout le monde, pour utiliser le logiciel, et puis après, ils font l'activité directement. »

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

4.3. Enseignante Brune

Pseudonyme/établissement + Autres fonctions	Brune/Collège en banlieue parisienne (78) + formateur d'IUFM de Versailles (6h de décharge pour assurer les formations continues du 2nde degré sur deux thèmes : le plus gros c'est les liaisons CM2-6e et l'exploitation de l'évaluation en entrée en 6e et le seconde thème c'est la démonstration en géométrie au collège) + doctorante (2e année) en didactiques des maths. + animateur du groupe de travail « Itinéraire de découverte » de l'IREM de Paris 7
Ancienneté (en années) dans la profession	29 ans (depuis 1973)
Ancienneté (en années) dans l'usage des TICE (usage personnel/usage professionnel)	20 ans / 12 ans « Alors les TICE, j'ai commencé vraiment à les utiliser en 1991. Pour l'usage personnel, j'ai commencé à utiliser les premiers outils informatiques, à l'époque où ils existaient, dans les années 83-84. Bon, j'ai fait une petite formation, pour voir comment ça marchait. Après, quand je suis revenue en France, donc en 91, j'ai fait du soutien de maths, et là on a commencé à utiliser des logiciels type CALNUM, SMAO, etc. M. Bernard et une collègue à lui avaient acheté des logiciels qui contenaient tout ça. Et là j'ai commencé à me former moi-même, apprendre avec eux comment on pouvait gérer dix élèves sur cinq postes ou quinze élèves sur quinze postes, etc., enfin bon. J'ai perçu si tu veux les bienfaits et les méfaits en quelques sortes de l'informatique par rapport à l'enseignement classique papier-crayon et craie au tableau, tu vois. Chose que je faisait déjà depuis trop longtemps, c'était le rétro-projecteur, qui sans être un outil informatique, n'est non plus l'environnement papier-crayon, tableau, craie, classique si tu veux, c'est déjà une approche différente pour la bonne et simple raison que quand tu utilise le rétro-projecteur, tu es toujours face aux élèves et tu as le dessin dans le dos, alors que quand tu es au tableau, tu es dos aux élèves et c'est toi qui dessines. Tu vois, donc il y a une gestion de la classe que j'avais déjà perçu comme étant différente par le biais de rétro-projecteur. »
Formations informatiques suivies (nombre, logiciels)	Oui, formations sur l'utilisation de l'ordinateur en 1982-1983. « Elles sont ancestrales, en 1982-1983, c'était comment marche un ordinateur et à l'époque ça fonctionnaient avec des bornes magnétiques. C'est pas du tout de la micro informatique comme on l'a maintenant, pas du tout, ça n'avait rien à voir. »
Equipement informatique de l'établissement pour l'enseignement des mathématiques	3 salles informatiques (15 postes pour chacune) 4 salles de technologie, vidéo-projecteur, 8 postes (CDI)…
Usage des TICE dans l'enseignement des mathématiques (logiciels)	Vidéo-projecteur, salle informatique. Cabri, l'Atelier de la géométrie, CALNUM, SMAO. (Propos cités dans différentes colonnes)

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Classes enseignées	Trois classes de 6e, l'une étant très faible
Manuels utilisés dans ces classes	HACHETTE-Cinq sur cinq 6e (2000)
Usages des TICE/ logiciels utilisés (ou à utiliser) dans ces classes	Vidéo-projecteur, salle informatique. Cabri, l'Atelier de la géométrie « Maintenant j'utilise essentiellement le vidéo-projecteur. Ce qui fait que mes élèves vont rarement en salle informatique à raison d'un élève par poste si tu veux. On a une salle informatique avec 15 postes et mes élèves ne vont jamais dans cette salle, ils restent toujours dans la salle habituelle et j'ai le vidéo-projecteur, chaque élève est assis à sa table avec lui son environnement papier, son environnement crayon. J'utilise Cabri et l'Atelier de la géométrie. Si tu veux, les autres logiciels que j'ai aperçu de droite et de gauche, euh, il y'en a un qui s'appelle « Hypothèse », il y'en a un autre qui s'appelle « Aide à la démonstration », bon mais je n'ai que des sixièmes cette année, donc il est bien évident que je ne vais pas utiliser ça avec les élèves. Donc, j'avoue que ces logiciels-là, pour les avoir regardé, ça me plait pas trop, parce que je trouve que ça enferme les élèves dans une solution unique, un procédé unique qui est tout à fait contraire à ce que moi je pense être la nécessité pour accéder à la démonstration, donc par rapport à ma philosophie les logiciels que j'ai vu moi sur l'apprentissage de la démonstration ne me plaisent pas, donc je vais pas les prendre. »
Intérêt de ce choix	« Alors l'intérêt du choix, si tu veux, moi ce que j'ai fait, euh, pour quoi j'utilise l'informatique déjà, et le vidéo-projecteur, pour avoir une figure grande, propre et belle, déjà. Ensuite, de quoi, l'intérêt, c'est qu'elle est déformable à volonté, fin déformable, c'est-à-dire que tous les cas que les élèves -n'oublies pas que je suis en 6e tout le temps- donc tu as toujours l'élève qui as mis son point A en haut à gauche, en haut à droite, quand son voisin l'a mis en bas à gauche « mais madame est-ce que j'ai raison, est-ce que j'ai tort ? » etc. L'intérêt énorme du logiciel, c'est qu'il te permet de déformer la figure à volonté, et donc de rencontrer à un moment la figure de chacun des élèves, pratiquement. C'est à la fois un gros avantage, parce que ça peut rassurer beaucoup d'élèves, et un inconvénient, parce que les explications que je donnais autre fois sur « oui, mais, c'est pas parce que le point B est en haut, à gauche, alors que ton voisin l'a mis en haut à droite, ta figure à l'air plus penchée comme si plus pointue comme ça, que tu as tort ou que tu as raison », bref, toute la réflexion sur la figure, mais en particulier son coté abstrait n'existe plus, parce qu'il suffit de regarder passivement ce qui se passe à l'écran. Tu vois, c'est-à-dire que la prouesse technologique liée à l'ordinateur rassure certains élèves, mais à mon sens limite la réflexion dans certaines situations. En revanche, quand j'ai dessiné perpendiculaire à la droite d, perpendiculaire à la droite d, je me suis aperçue que les élèves n'étaient pas toujours convaincus du parallélisme de ces deux droites dans toutes les positions. Donc, effectivement, plutôt que de leur demander dix fois de faire la figure sur le brouillon avec perpendiculaire, perpendiculaire toujours à la droite d, pour que en penchant à droite, en penchant à gauche etc. ça ne change rien, donc j'ai déformé, déplacé mes droites sur l'écran, et bon « ah ben madame oui,

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	c'est toujours parallèle » quoi, c'est toujours parallèle. Et un autre avantage qu'on a perçu avec *Bruno*, en tout début d'année, quand on fait la différence en 6e entre droite et segment, dès qu'on donne l'ordre de tracer une droite, c'est magique, parce que, que ce soit l'Atelier de la géométrie ou Cabri, ils ont un tracé qui traverse l'écran complètement, alors que segment ils voient bien qu'effectivement… Parce que sur les cahiers très souvent on voit les élèves qui prolongent le tracé tu sais pour la droite AB, mais ils prolongent d'un demi cm, donc ils prolongent un petit peu, et ils hésitent à imaginer qu'on peut prolonger aussi longtemps qu'on veut, pourvu qu'on les comprenne. Et en fait, là le logiciel permet effectivement d'accéder à la notion infinie beaucoup plus rapidement, ça c'est sur, ça c'est vrai. » « Moi, je ne suis pas une accroc de l'outil informatique. Je préfère l'utiliser quand moi je juge que ça apporte un plus à l'activité de mes élèves ou un confort supplémentaire à ma propre activité, parce que j'ai mal au dos et mal au bras quand je fais des figures au tableau, c'est très bête, mais en vieillissant on a des difficultés. »
Thèmes géométriques à traiter avec la GD (logiciel, niveau d'enseignement, période)	La parallèle, la perpendiculaire, la construction des quadrilatères, les propriétés des quadrilatères, la symétrie axiale (?). « Ce que je vais étudier essentiellement, c'est donc la parallèle et perpendiculaire. Ça c'est une première chose et plus tard, euh, ben ça sera sans doute, si tu reviens dans l'année, on pourra faire une séance ou deux sur les constructions des quadrilatères et les propriétés des quadrilatères. On pourra faire aussi avec les autres classes peut-être la symétrie axiale. On verra. »
Les élèves sont-ils déjà familiers à cet usage ?	Oui (vidéo-projecteur)
Diverses informations	**Observateur :** Tu utilises le vidéo-projecteur, et c'est toi qui manipules le logiciel, pourquoi pas les élèves, dans une salle informatique ? « Pour plusieurs raisons, qu'ils sont pas toujours très honnêtes. Il faut bien dire les choses, parce que j'ai déjà essayé et je ne me suis pas sentie ni à l'aise, ni efficace. Alors ni à l'aise, pourquoi ? Parce que, tout simplement on est à Marly, tu as vu un petit peu comment sont les élèves, comment est l'environnement etc., ils ont tous des logiciels, ils ont tous des ordinateurs chez eux, tous ou presque tous. Certains connaissent les manipulations de l'informatique beaucoup mieux que moi. Et alors que, j'étais allée en salle informatique, la dernière fois que j'y suis allée, ça doit être des 6e ou des 5e, je ne me souviens plus, il y'en avaient trois qui avaient été capables de planter les systèmes, délibérément, bon, ceci me paraît d'un intérêt limité. Dans le même temps, il y'en avaient deux autres qui avaient gentiment glissé du papier à chewing-gum dans les lecteurs des disquettes, comme ça on est tranquille, ça met tout par terre, bon. Bon, piquer la boule de la souris aussi. Bon, alors, face à ce genre d'enraie moi je ferme la porte et je n'y retourne plus, parce que le système planté, moi je ne sais pas gérer l'informatique lourde, je ne sais pas gérer le réseau, et puis je n'ai pas envie de savoir non plus. Donc, une fois qu'on a trois ordinateurs qui sont plantées, qu'est-ce qu'on fait ? Parce qu'on est quand-même trente élèves, a priori ils étaient à deux, bon, en plus de ça deux sur un poste, ils ont une telle habitude de l'informatique, qui sont incapables

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	d'accepter qu'il y'en a qu'un seul qui ai la main sur la souris et l'autre éventuellement sur le clavier, c'est moi j'ai tout et toi, tu es comme un imbécile, donc ça marche pas, ça marche pas, si tu veux, en plus de ça j'avais eu cette difficulté. Ensuite de quoi, dans un premier temps, et là je crois que *Bruno* était d'accord avec moi la dernière fois, dans un premier temps, en 6e en particulier, manipuler l'équerre et le compas, donc papier-crayon, c'est bien plus difficile que de demander à un logiciel de tracer une perpendiculaire, qui lui sera toujours le faire, tu comprends ? Donc ce que je fais avec le vidéo-projecteur, c'est que sans en avoir l'air, je construis les figures devant eux, je n'arrive pratiquement jamais avec une figure toute prête, sauf quand j'en aurais besoin pour telle ou telle situation. Mais toutes les manipulations que j'ai faite depuis le début de l'année, en classe, en géométrie, avec mes élèves en 6e, sont parties d'un écran blanc, tu vois, le logiciel était ouvert, mais il n'y avait rien à l'écran, et j'ai bien pris soin de leur montrer sur le menu qu'elles étaient les parties de menu, pour faire telle ou telle chose. Ce qui fait que maintenant, et je l'ai bien vu la dernière fois où j'ai fait une figure « mais madame, vous allez dans telle partie du menu » tu vois, intersection, dans Cabri les intersections sont un objet deux objets etc., tracer une droite c'est dans la deuxième colonne etc. Bon, maintenant que les élèves connaissent le menu, que dans le même temps ils contrôlent un peu mieux l'usage de leurs outils dans l'environnement papier-crayon, je pense que je peux amener mes élèves en salle informatique pour leur proposer une activité qui serait menée à la fois sur papier et sur écran, tu vois, de façon à ce que dans la salle il y a 15 postes, j'ai 30 élèves, donc j'en mets 15 au centre sur papier et 15 autour sur écran, et une demi-heure plus tard on change. Mais, jamais plus je ne mettrai deux élèves par poste, jamais plus. »

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

4.4. Enseignant Bernard

Pseudonyme/établissement + Autres fonctions	Bernard/Collège en banlieue parisienne (78) + conseiller (TICE) à CRDP sur l'Académie de Versailles + responsable informatique du collège
Ancienneté (en années) dans la profession	30 ans
Ancienneté (en années) dans l'usage des TICE (usage personnel/usage professionnel)	Au moins 20 ans / 15 ans « Depuis combien de temps j'utilise l'outil informatique ? Euh, personnellement, ça fait au moins 20 ans que j'utilise, je crois pas que je suis arrivé le premier à utiliser l'outil informatique, mais à l'ancien collège, on avait déjà l'utilisation d'informatique au moment du Plan Informatique Pour Tous. Et à ce moment-là quand il est arrivé le Plan Informatique Pour Tous, ça faisait déjà au moins 5 ou 6 ans qu'on l'utilisait au collège. Alors moi ça fait au moins 20 ans que j'utilise et au collège 15 ans. »
Formations informatiques suivies (nombre, logiciels)	Oui, sur les tableurs… « J'en ai beaucoup appris sur les tableurs, j'en ai forcement suivi quelques-unes. A cet époque-là les formations n'existaient pas, *(inaudible : formé seul)*. »
Equipement informatique de l'établissement pour l'enseignement des mathématiques	3 salles informatiques (15 postes pour chacune) 4 salles de technologie, vidéo-projecteur, 8 postes (CDI)…
Usage des TICE dans l'enseignement des mathématiques (logiciels)	Salle informatique Des logiciels traditionnels de mathématiques, Cabri géomètre, Geoplan, SMAO, Tableur… « Plein de choses différentes, j'ai utilisé ben des logiciels traditionnels de mathématiques, bon j'ai utilisé Cabri, j'ai utilisé Geoplan, j'ai utilisé aussi SMAO… J'ai utilisé CALNUM, qui est un logiciel de calcul numérique, et bien entendu, j'ai utilisé des tableurs. C'est déjà pas mal hein ? J'ai utilisé, j'utilise encore pas mal de choses. »
Classes enseignées	Une classe de 5e et une de 4e
Manuels utilisés dans ces classes	HACHETTE-Cinq sur cinq 5e (2001) HATIER-Triangle 4e (1998)
Usages des TICE/ logiciels utilisés (ou à utiliser) dans ces classes	Des logiciels de maths cités ci-dessus selon besoin. « Ah ben, suivant les besoins ceux-là. Je continue à utiliser SMAO, je continue à utiliser Cabri, je continue à utiliser les tableurs, je continue à utiliser tous les logiciels-là. » **Observateur :** Ponctuellement alors ? « Ponctuellement. Alors voilà, c'est vrai que je suis un peu formateur dans le domaine informatique, alors les gens pensent que je fais de l'informatique tout le temps. Non ! Ça ne correspond qu'à une petite

	partie de mon temps…»
Intérêt de ce choix	« J'utilise l'outil informatique quand je considère qu'il apporte quelque chose par rapport à l'enseignement habituel, donc on va dire 5 % de mon temps, soit 10, mais pas plus… C'est pas parce que je connais l'informatique que je la pratique, que je considère que c'est la seule solution à l'enseignement, voilà tout. Mon intérêt personnel c'est que je l'utilise dans mon enseignement au moment où j'en ai besoin, pour un objectif déterminé, précis, pour lequel je considère que ça me fait gagner du temps. Le reste du temps je vois pas pourquoi j'utiliserais l'informatique. *Bruno*, c'est pareil *(Bruno le confirme)*, on utilise l'informatique que quand ça nous apporte quelque chose. » **Observateur :** Pour certains professeurs c'est aussi un outil de motivation pour les élèves. « Oui, oui, oui, tout à fait, j'ai eu pendant un certain temps des classes de soutien, des classes où il y avait des élèves en difficulté, c'est vrai que j'utilisais avec eux d'avantage l'outil informatique, parce qu'effectivement, ça pouvait être un moyen de les intéresser et surtout de plus facilement individualiser l'enseignement. Donc je voyais dans l'informatique avec eux un surcroît d'intérêt. Il a fallu que ce genre d'élèves utilise d'avantage… *(Inaudible).* Cet abstrait de la nouveauté n'est plus aussi évident avec les élèves. Dès qu' un élève en soutien ou un élève en difficulté passe à un ordinateur, on pouvait les accrocher à quelque chose, ce qui est tout nouveau, ce qui est tout beau, qu'ils connaissent pas, qu'ils avaient pas chez eux, c'est moins évident maintenant. »
Thèmes géométriques à traiter avec la GD (logiciel, niveau d'enseignement, période)	« C'est en fonction du déroulement de mon cours et de ce que je veux faire passer. Il y a des choses que je leur fais faire réaliser des constructions géométriques par fois, sur l'ordinateur. Je trouve que c'est intéressant, qu'ils voient l'intérêt de la construction, donc à ce moment-là ils utilisent tous les outils qui peuvent être attenants à cette construction. Ce que je trouve intéressant dans le fait qu'ils utilisent un outil, c'est qu'au même temps ils s'approprient le nom. Je fais pas l'informatique pour faire l'informatique, j'utilise l'informatique pour un outil de réalisation à quelque chose. Donc, par exemple, on a un dessin géométrique qu'on peut réaliser avec un compas, à la règle, etc., mais qu'on peut aussi réaliser avec l'ordinateur, c'est un autre outil qui peut être mis à la disposition pour faire le dessin géométrique. C'est pareil, l'objectif est par exemple de leur apprendre par exemple le cosinus, on peut apprendre le cosinus traditionnellement, si l'outil informatique permet de le faire mieux, on utilise l'outil informatique. Ça veut dire, l'outil est au service de l'objectif mathématique, pédagogique qu'on s'est donné. C'est pas une fin en soi, c'est un outil. »
Les élèves sont-ils déjà familiers à cet usage ?	Oui. « Oui, ben ce que vous verrez avec moi, forcement ils ont déjà un tout petit peu travaillé avec l'informatique dans mon cours. Oui, forcement, parce que, moi, je suis dans la salle informatique, donc quand j'ai besoin de l'utiliser, j'ai juste, la salle elle est disposée et que je prends la classe et puis les ordinateurs sont autours. Donc ça m'est relativement facile. » **Observateur :** A chacun un ordinateur ?

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	« Non, il y'en a 15 dans chaque salle, comme on est plutôt 28, ça fait un sur deux. » **Observateur :** En binôme ? « Non, ça dépend. Moi, j'ai rarement des activités à travailler en binôme. Quand je fais sur ordinateur, ils ont toujours un travail à faire sur papier, et puis ils vont à tour de rôle sur les ordinateurs. Ça ressemble plutôt à une forme d'atelier. C'est pas forcement aussi dirigé. Donc, ils ont un travail à faire sur papier, et puis il y'en a qui vont faire un travail sur l'ordinateur. C'est très souple comme organisation. »
Diverses informations	« Je suis responsable informatique, donc je suis tout le temps dans la salle, je suis tout le temps dans la salle, mais j'utilise pas tout le temps l'ordinateur, mais je suis tout le temps dans la salle avec les ordinateurs. »

Bernard « le résident de la salle info »

Il exerce le métier d'enseignant depuis 30 ans. Il est également conseiller TICE au CRDP de l'Académie de Versailles et responsable informatique de son collège. Il utilise les outils informatiques depuis 20 ans pour son usage personnel et depuis 15 ans dans son enseignement. Même s'il a suivi quelques formations, il ajoute que celles-ci n'existaient pas beaucoup à l'époque où il a commencé à utiliser l'informatique et qu'il est formé plus ou moins seul.

Dans son enseignement il a utilisé différents logiciels en salle informatique, parmi eux Cabri, Geoplan, SMAO, le tableur… Cet enseignant, à la différence des autres enseignants de son collège, donne ses cours des mathématiques dans une salle informatique, qui est en d'autres termes sa salle habituelle. Son utilisation des TICE reste cependant ponctuelle. En effet, il justifie sa présence en ce lieu par ses responsabilités dans le collège :

> « Je suis responsable informatique, donc je suis tout le temps dans la salle, je suis tout le temps dans la salle, mais je n'utilise pas tout le temps l'ordinateur, mais je suis tout le temps dans la salle avec les ordinateurs. […] Ponctuellement. Alors voilà, c'est vrai que je suis un peu formateur dans le domaine informatique, alors les gens pensent que je fais de l'informatique tout le temps. Non ! Ça ne correspond qu'à une petite partie de mon temps…»

Bernard utilise l'ordinateur quand il juge son usage efficace à un moment précis de la séance au vu du travail en cours. Il explique que l'aménagement dans la salle lui permet facilement de faire fonctionner ce type d'usage :

> « […] moi, je suis dans la salle informatique, donc quand j'ai besoin de l'utiliser, j'ai juste, la salle elle est disposée et que je prends la classe et puis les ordinateurs sont autour. Donc ça m'est relativement facile. »

Il enseigne dans deux classes, l'une étant une classe de 5e et l'autre une classe de 4e. Ses élèves sont plus ou moins habitués à l'utilisation de l'informatique. Chaque salle informatique comprend 15 ordinateurs, il y a environ 28 élèves par classe. Les élèves ont toujours un travail à faire sur papier, ils vont à tour de rôle sur ordinateur. L'enseignant considère ce type d'organisation comme un « atelier ».

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Les trois points suivants déterminent les choix d'utilisation de l'informatique dans son enseignement :

- Apport à l'enseignement habituel :

> « J'utilise l'outil informatique quand je considère qu'il apporte quelque chose par rapport à l'enseignement habituel, donc on va dire 5 % de mon temps, soit 10, mais pas plus. C'est pas parce que je connais l'informatique que je la pratique, que je considère que c'est la seule solution à l'enseignement, voilà tout. […] on a un dessin géométrique qu'on peut réaliser avec un compas, à la règle, etc., mais qu'on peut aussi réaliser avec l'ordinateur, c'est un autre outil qui peut être mis à la disposition pour faire le dessin géométrique. C'est pareil, l'objectif est par exemple de leur apprendre par exemple le cosinus, on peut apprendre le cosinus traditionnellement, si l'outil informatique permet de le faire mieux, on utilise l'outil informatique. »

- Gain du temps :

> « Mon intérêt personnel c'est que je l'utilise dans mon enseignement au moment où j'en ai besoin, pour un objectif déterminé, précis, pour lequel je considère que ça me fait gagner du temps. »

- Motivation des élèves en difficulté :

> « J'ai eu pendant un certain temps des classes de soutien, des classes où il y avait des élèves en difficulté, c'est vrai que j'utilisais avec eux davantage l'outil informatique, parce qu'effectivement, ça pouvait être un moyen de les intéresser et surtout de plus facilement individualiser l'enseignement. »

Selon cet enseignant, l'outil informatique est un outil qui doit avoir des "plus" par rapport à l'environnement informatique pour qu'il puisse "succéder" au papier/crayon :

> « […] si l'outil informatique permet de le faire mieux, on utilise l'outil informatique. Ca veut dire, l'outil est au service de l'objectif mathématique, pédagogique qu'on s'est donné. C'est pas une fin en soi, c'est un outil. »

Bernard n'a pas d'idée a priori sur l'usage qu'il va faire de l'ordinateur pendant l'année scolaire.

Le profil de Bernard se résume ainsi :

> **Bernard le résident de la salle info :** il occupe une salle informatique de l'établissement comme salle de cours habituelle ce qu'il justifie par sa fonction de responsable informatique. Cela n'implique pas nécessairement un usage des ordinateurs à chaque séance. Disposant des conditions matérielles nécessaires, Bernard décide le moment pour lequel la technologie est utile au vu du travail des élèves.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

4.5. Enseignant Bruno

Pseudonyme/établissement + Autres fonctions	Bruno/Collège en banlieue parisienne (78) + participe au groupe de travail « Itinéraire de découverte » de l'IREM de Paris 7
Ancienneté (en années) dans la profession	10 ans
Ancienneté (en années) dans l'usage des TICE (usage personnel/usage professionnel)	12 ans / 4 ans (en salle d'informatique, 1 ordinateur par élève) + 4 ans (vidéo-projecteur) « Personnellement, depuis 12 ans. Pour collège, depuis, euh, alors il y a une coupure *(inaudible).* C'est deux utilisations radicalement différentes, dans le premier cas, j'étais avec les élèves en salle informatique, où c'était un élève par ordinateur, alors que là c'est un ordinateur pour la classe entière. »
Formations informatiques suivies (nombre, logiciels)	Non (sauf quelques stages sur l'utilisation d'image) « Oui et non. Oui, quelques stages sur l'utilisation d'images, dans lesquels on nous montrait scanner, etc., mais il n'y a pas eu de formation spécifique de l'utilisation de l'ordinateur en classe. »
Equipement informatique de l'établissement pour l'enseignement des mathématiques	3 salles informatiques (15 postes pour chacune) 4 salles de technologie, vidéo-projecteur, 8 postes (CDI)…
Usage des TICE dans l'enseignement des mathématiques (logiciels)	Oui (Geoplan, Geospace, vidéo-projecteur, salle informatique…)
Classes enseignées	Trois classes de 6e, une de 5e et une de 4e
Manuels utilisés dans ces classes	HACHETTE-Cinq sur cinq 6e (2000) et 5e (2001) HATIER-Triangle 4e (1998)
Usages des TICE/ logiciels utilisés (ou à utiliser) dans ces classes	Vidéo-projecteur, les logiciels Geoplan et Geospace.
Intérêt de ce choix	« Il est multiple. Ça permet d'avoir une activité dynamique. Celle que j'utilise dans la démonstration de Pythagore, il y a un ensemble de figures pour montrer que les aires de triangles sont conservées, et je déplace un point… *(inaudible),* c'est l'aspect visuel actif de la chose. Le deuxième aspect, c'est tout ce qui est mesure. Par exemple pour Thalès, la figure est donnée, on voit tout de suite des longueurs qui sont affichées, les élèves après calculent les rapports… *(inaudible).* L'autre aspect, c'est la variété des figures, par exemple pour le cercle circonscrit ou les droites remarquables dans un triangle. »
Thèmes géométriques à traiter avec la GD (logiciel, niveau	En 5e : Inégalité triangulaire, cercle circonscrit, prisme, quadrilatères En 4e : Pythagore, Thalès, Droites remarquable, Pyramide, cône…

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

d'enseignement, période)	
Les élèves sont-ils déjà familiers à cet usage ?	Oui.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Annexe 5. Protocoles et documents des séances d'observation

5.1. Conventions de transcription des protocoles

Nous apportons ici d'une façon générale un éclairage à la lecture des protocoles. Pour les éléments plus spécifiques (annotations, codages relatifs à l'analyse) à chacune des séances il est recommandé de se rapporter à l'analyse des séances dans le corps de la thèse.

a) Structuration des données recueillies

Nos protocoles se constituent de trois parties. Les voici avec leur contenu :

- **Déroulement prévu de la séance :** cette partie est construite à partir d'un entretien rapide avec l'enseignant juste avant la séance. Nous citons ici les éléments importants sous la forme de note ou fournissons une transcription de l'entretien.
- **Déroulement effectif de la séance :** dans cette partie nous transcrivons toute la séance effective enregistrée à l'aide d'un magnétophone (enregistrement audio). Nous y apportons nos analyses et commentaires de façon à la structurer.
- **Réflexions de l'enseignant sur le déroulement prévu et effectif de la séance :** identique à la première partie, sauf que l'entretien est effectué juste après la séance. Pour certaines séances, nous disposons des mails.

Précisons que ces données varient en fonction de la disponibilité des enseignants pour les entretiens et des problèmes techniques liés à l'enregistrement audio.

b) Identification des locuteurs, éléments para-verbaux, intonation

Les séances d'observation ont été nommées de la façon suivante : le pseudonyme de l'enseignant est suivie par le niveau de classe observée, et enfin, par un chiffre romain désignant l'ordre de réalisation de la séance d'observation (pour les séances d'un même enseignant). Par exemple la séance « Anne-5-I » désigne la première séance d'observation avec l'enseignante Anne dans une classe de 5^{e}.

Dans le protocole l'enseignante est désignée par son pseudonyme. Nous n'avons pas en principe nommé les élèves (en raison de l'enregistrement audio), mais l'élève est marqué par son prénom quand ceci est identifié à l'écoute. Par défaut, chaque élève est désigné par la lettre « E ». Quand les élèves travaillent en binôme et sont distingués à l'écoute il sont désignés par « E1 » et « E2 ». Lorsque la parole appartient à plusieurs élèves, cela est mentionné par « Es ».

Le caractère « *** »** est précédé de l'intervention de l'enseignant quand il s'adresse à un élève ou à un groupe d'élèves lors d'une intervention collective ou d'un dialogue avec un autre élève.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Nous avons rapporté entre parenthèses en italique et en rouge les éléments liés au contexte situationnel, comme par exemple, la description d'une "scène" de la séance, certains gestes des locuteurs. Les passages inaudibles ont été signalés dans le même format. En principe, les intonations n'ont pas été marquées. Nous avons utilisé la ponctuation traditionnelle afin de transcrire l'intonation. Néanmoins, dans certains cas, nous avons signalé les accentuations des enseignants en souligné.

Dans les sections suivantes nous joignons tous les documents relatifs aux séances observées. En fonction des données recueillies, il s'agit des documents fournis par les enseignants (les fiches de travail avec l'indication de leur format réel), des extraits de manuels et des documents produits pour l'analyse des séances.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

5.2. La séance Anne-5-I : « cercle circonscrit à un triangle »

a) Fiche de travail avec Geoplan (une feuille A4)

Nom : *Classe :*
Prénom :

CERCLE CIRCONSCRIT A UN TRIANGLE :

Rappel : pour placer des points : créer→point→point libre →dans le plan
pour tracer un segment, une droite, un cercle,…. : créer→ligne→…….

1) Construire un triangle ABC ;
Placer un point O ;
Construire les cercles de centre O et de rayons [OA], [OB] et [OC].
2) Déplacer le point O ; Que remarque-ton par rapport aux 3 cercles tracés ?
……
……
3) Tracer la médiatrice de [BA] ; O appartient-il à cette médiatrice ?
……
Déplacer O sur la médiatrice de [AB] ; peut-on avoir 2 cercles qui coïncident ?
……
……
Peut-on avoir les 3 cercles qui coïncident ?
……
4) Dans le cas où les 3 cercles coïncident, tracer la médiatrice de [AC]. Où se situe le point O ?
……
Tracer ensuite la médiatrice de [BC], que remarque-t-on ?
……
5) Que peut-on en déduire pour les 3 médiatrices des 3 côtés d'un triangle ?
……
Que peut-on en déduire pour le centre du cercle circonscrit à un triangle ?
……
6) Donner un programme de construction du cercle circonscrit d'un triangle :
……
……
……
……
……
……
……

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

b) Découpage des tâches en étapes et sous-étapes

1	*(1.1)* Construire un triangle ABC ; *(1.2)* Placer un point O ; *(1.3)* Construire les cercles de centre O et de rayon [OA], [OB] et [OC].
2	*(2.1)* Déplacer le point O ; *(2.2)* Que remarque-t-on par rapport aux 3 cercles tracés ? …..…… *(2 lignes laissées pour la réponse)*
3	*(3.1)* Tracer la médiatrice de [BA] ; *(3.2)* O appartient-il à cette médiatrice ? ……. …… *(3.3)* Déplacer O sur la médiatrice de [AB] ; *(3.4)* peut-on avoir 2 cercles qui coïncident ? …..…… *(2 lignes laissées pour la réponse)* *(3.5)* Peut-on avoir les 3 cercles qui coïncident ? ……..
4	*(4.1)* Dans le cas où les 3 cercles coïncident, tracer la médiatrice de [AC]. *(4.2)* Où se situe le point O ? …….. *(4.3)* Tracer ensuite la médiatrice de [BC], *(4.4)* que remarque-t-on ? ……..
5	*(5.1)* Que peut-on en déduire pour les 3 médiatrices des 3 côtés d'un triangle ? ……. *(5.2)* Que peut-on en déduire pour le centre du cercle circonscrit à un triangle ? …….
6	*(6)* Donner un programme de construction du cercle circonscrit d'un triangle : …….. *(7 lignes laissées pour la réponse)*

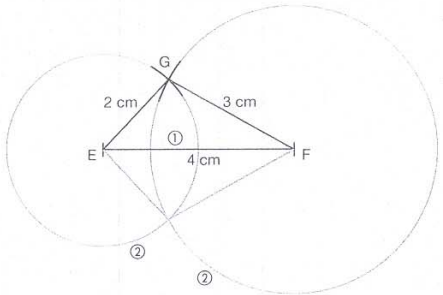
tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

c) Extrait du manuel d'élève

1. Construire un triangle

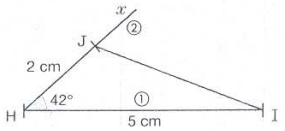
Exemple 1 : Connaissant la longueur de trois côtés.
Construire un triangle EFG tel que : EF = 4 cm ; EG = 2 cm ; FG = 3 cm.



La construction est possible car $4 < 2 + 3$.

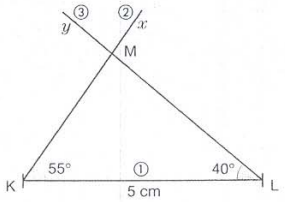
① *On trace un segment* [EF] *de longueur* 4 cm.
② *Le cercle de centre* E *de rayon* 2 cm *et le cercle de centre* F *de rayon* 3 cm *se coupent en deux points, on construit l'un deux :* G.
On trace le triangle EFG.

Exemple 2 : Connaissant un angle et la longueur de deux côtés.
Construire un triangle HIJ tel que : HI = 5 cm ; $\widehat{IHJ} = 42°$; HJ = 2 cm.



① *On trace un segment* [HI] *de longueur* 5 cm.
② *Avec le rapporteur et la règle, on trace une demi-droite* [Hx) *telle que* $\widehat{IHx} = 42°$.
Sur cette demi-droite, on place le point J *tel que* HJ = 2 cm.
On trace le triangle HIJ.

Exemple 3 : Connaissant la longueur d'un côté et les angles adjacents.
Construire un triangle KLM tel que : KL = 5 cm ; $\widehat{LKM} = 55°$; $\widehat{KLM} = 40°$.



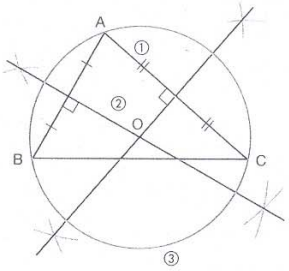
① *On trace un segment* [KL] *de longueur* 5 cm.
② *Avec le rapporteur et la règle, on trace une demi-droite* [Kx) *telle que* $\widehat{LKx} = 55°$.
③ *On trace la demi-droite* [Ly) *telle que* $\widehat{KLy} = 40°$, [Ly) *et* [Kx) *étant d'un même côté de* [KL].
Les demi-droites [Kx) *et* [Ly) *se coupent en* M.
On trace le triangle KLM.

Remarque : dans chaque cas, un côté étant placé, on peut tracer quatre triangles de mêmes dimensions, deux à deux symétriques par rapport à ce côté, à sa médiatrice ou à son milieu (voir activité 1 page 168 et exercice 1 page 176).

174

2. Construire le cercle circonscrit à un triangle

Exemple : Construire un triangle ABC tel que : BC = 4,5 cm ; AB = 3 cm ; AC = 4 cm. Avec la règle et le compas, tracer le cercle circonscrit à ce triangle.



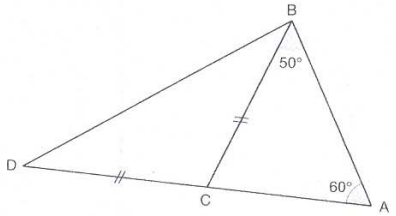
① *On construit le triangle* ABC *(voir savoir-faire* 1, *exemple* 1).

② *On construit deux médiatrices du triangle* ABC *: elles se coupent en* O.

③ *On trace le cercle de centre* O *qui passe par* A, B *et* C.
Ce cercle est le cercle circonscrit au triangle ABC.

3. Calculer des mesures d'angles

Exemple : Sur la figure ci-contre, le triangle BCD est isocèle en C. Calculer la mesure des angles du triangle BCD.



• La somme des mesures des angles du triangle ABC est égale à 180° :
$\widehat{ACB} = 180° - (60° + 50°) = 70°$.

On demande de calculer ; il ne faut pas se contenter de mesurer les angles du triangle.

• Les angles $\widehat{BCD}$ et $\widehat{ACB}$ sont supplémentaires :
$\widehat{BCD} = 180° - 70° = 110°$.

On part des données et, de proche en proche, on détermine d'autres mesures : on connaît deux angles du triangle ABC *; cela permet de calculer le* 3e*, puis de calculer l'un des angles du triangle isocèle* BCD…

• Dans le triangle BCD :
$\widehat{BCD} + \widehat{CBD} + \widehat{BDC} = 180°$.
Comme $\widehat{BCD} = 110°$ et comme le triangle BCD est isocèle en C, on a :
$\widehat{CBD} = \widehat{BDC}$, et :
$110° + 2\,\widehat{CBD} = 180°$
$2\,\widehat{CBD} = 180° - 110° = 70°$
$\widehat{CBD} = \dfrac{70°}{2} = 35°$.

$\widehat{BCD} = 110°$; $\widehat{CBD} = \widehat{BDC} = 35°$.

CHAP. 10 TRIANGLES 175

BELIN-Décimale 5e (1997), p. 174-175, exercices 1° et 3°

d) Protocole avec entretiens et e-mail

Déroulement prévu de la séance

Outil informatique: La première séance avec l'ordinateur, exempté la séance d'initiation au logiciel Geoplan. Demi-classe au milieu, demi-classe sur l'ordinateur, à tour de rôle.

Thème géométrique et objectif :

Entretien avant la séance
Observateur : Aujourd'hui tu vas faire le cercle circonscrit à un triangle…
Anne : Cercle circonscrit à un triangle ABC, niveau 5e.
Observateur : Tu avais déjà travaillé sur ce thème ?
Anne : Non, c'est la première fois et sur ordinateur.
Observateur : C'est le cours ou … ?
Anne : Non, c'est l'activité, c'est pas un cours, c'est l'activité et après, suite à l'activité on va le démontrer en classe et on va écrire la propriété. Donc, là c'est juste, au lieu de voir la figure sur le papier, ils la voient sur l'ordinateur. Ça devrait aller plus vite, je dis, ça devrait aller plus vite, parce que les médiatrices, on les trace tout de suite, et puis au moins les élèves qui ont fini leurs figures, ben les figures sont forcement bonnes sur ordinateur. La médiatrice, elle existe déjà sur le logiciel, alors que s'ils doivent faire la médiatrice sur papier quelques fois ils peuvent se tromper etc., voilà.
Observateur : Donc c'est pour une rapidité et…
Anne : La rapidité, et puis aussi il faut évoluer avec son temps et maintenant on a des très bons logiciels, il faut aussi leur faire, leur permettre d'utiliser les logiciels. C'est un peu pour eux, comme ils les connaissent en générale plus tard quoi, comment utiliser un ordinateur, comment utiliser un logiciel etc., c'est un peu les deux.
Observateur : Est-ce que par rapport à la séance d'initiation tu vois un peu les difficultés que les élèves peuvent rencontrer?
Anne : Alors, je vais le voir aujourd'hui. C'est-à-dire les seules difficultés ça sera est-ce qu'ils ont oublié comment est-ce qu'on crée un point pour faire un triangle et les difficultés qu'ils auront c'est quand je demande de tracer un triangle, c'est pas d'office, il faut d'abord qu'ils créent les sommets et après qu'ils créent les segments, c'est ça que je verrai, s'ils ont vraiment acquis ou compris ou pas, quand je suis allée avec eux la première fois dans la salle informatique.
Observateur : C'est-à-dire qu'ils ont déjà l'habitude de cet usage…
Anne : Pas forcement, non.
Observateur : De la souris…
Anne : De la souris oui, mais le logiciel pas forcement, en générale ils ont tous un ordinateur chez eux, ils savent comment faire, pour la souris pas de problème. Les seules difficultés c'étaient pour comprendre le logiciel, pour euh, par exemple ils étaient un peu lents quand je leur disais moi « il faut faire telle et telle chose », donc, mais après euh, en générale ils comprennent vite les élèves, on verra tout à l'heure… Ils utilisent que 'Créer' dans Geoplan. Ils utilisent quasiment que 'créer', et après c'est facile, si c'est un point, ils vont dans 'point', si c'est pour un segment, c'est une 'ligne', pour une droite c'est une 'ligne', pour un cercle c'est une 'ligne'. Je leur ai montré le minimum qu'ils doivent connaître utiliser, savoir utiliser.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Déroulement effectif de la séance (réalisée le 06/02/03)

Légende :

CHR : chronologie	**TT** : type de tâche	**E** : étape/sous-étape.	
C : TT création	**D** : TT déplacement	**O/R** : TT observation/rédaction	**T** : TT théorisation

CHR		Installation et consignes	Commentaire
		(L'enseignante place la moitié des élèves devant les ordinateurs et l'autre moitié au milieu selon une liste qu'elle a préparée : Les bons élèves sont passés devant les ordinateurs en premier lieu pour être sûr qu'il y'aura assez de temps pour les deux groupes d'élèves. Le groupe du milieu va s'entraîner sur les exercices dans le livre, pages 174, 175, tout le matériel est autorisé: règle, compas, rapporteur, cahier d'exercice, livre. L'enseignante distribue la feuille d'activité aux élèves devant l'ordinateur.)	Disposition des élèves en salle informatique : demi-classe au milieu à table, demi-classe devant les ordinateurs (en individuel)
00'00		**Anne :** Donc, vous allumez l'ordinateur, vous allez dans le fichier 'Maths' et dans le fichier 'Maths' vous allez dans 'Geoplan'. Et une fois que vous êtes dans Geoplan je vous distribue votre travail à faire, vous le faites, vous le complétez. Si vous avez un problème, vous ne parlez pas, vous levez la main et vous attendez que je me déplace pour venir vous aider, d'accord ? Donc, vous commencez tout de suite, puisque dans un quart d'heure – vingt minutes on alterne, d'accord ? On alterne avec vos camarades, donc ne perdez pas de temps. Fichier 'Maths', 'Geoplan'. *[08'']*	Consignes aux élèves sur ordinateur, démarrage des ordinateurs. Intervention collective sur le déroulement du travail et sur la création des objets avec Geoplan. Distribution des feuilles d'activité aux élèves sur ordinateur.
00'42		**Anne :** Vous complétez sur la feuille que je vous ai distribuée. *[24'']* Donc je vous ai mis en rappel, puisqu'on n'a fait qu'une seule fois l'utilisation de Geoplan, pour placer des points, c'est 'Créer', 'Point', 'Point libre', 'dans le plan', n'oubliez pas que pour aller plus vite, vous pouvez créer vos trois points en même temps, pareil pour le segment, d'accord ? **Anne :** *Oui ? **E :** Est-ce qu'on peut écrire au stylo à bille ? **Anne :** *Au crayon papier. **Anne :** Tout ça en silence !	Avertissement sur le temps.
01'47		**Anne :** Et ceux qui sont au milieu, vous allez faire les exercices de votre livre qui sont corrigés, je vous fais confiance pour ne pas regarder la correction, comme ça on va les corriger en classe. Vous prenez votre livre, à la page 174, 175, et vous commencez les exercices dans l'ordre que vous voulez. Sauf le numéro 2, vous faites le 1 ou le 3 dans l'ordre que vous voulez, c'est pour vous entraîner. On ne perd pas de temps, on accélère un peu ! Et en silence ! **E :** Madame, *(question inaudible)* ? **Anne :** Tu regardes juste l'énoncé, le reste tu regardes pas, parce que ça c'est la correction. **E :** Ah d'accord.	Consignes aux élèves au milieu pour le travail papier-crayon. Avertissement sur le temps.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		Anne : En silence ! Vous regardez que l'énoncé ! Et on se tait !	
CHRTT	**E**	**Dialogue**	**Objet du dialogue**
02'47		**Dialogue 1**	
C C	1.1 1.2	**Anne :** Les points sont toujours en majuscule, et les cercles et les droites sont nommés en minuscule, les points majuscules. - Taisez-vous ! Chut !- Tu crois que pour tracer un triangle… **E :** Non, non, non, …. **Anne :** D'accord, alors tu recommences, 'Fichier', 'Fermer la figure', tu n'enregistres pas, et 'Fichier', 'Nouvelle figure'. **E :** Le point O, c'est un point un peu au hasard. **Anne :** Oui, je n'ai pas précisé quelque chose, donc c'est au hasard. Tu crois que ton triangle, il est tracé là ? C'est un triangle que tu m'as tracé ? **E :** Ah non, il faut que je le trace. **Anne :** Ben oui, il faut que tu le traces.	Création du point O, du triangle, des cercles, des médiatrices : saisie de données : points en majuscule, cercles, droites en minuscule. Création du point O : position (nature) du point. Aide technique : gestion du fichier informatique.
		Anne : Oui ? -Chut ! Et on se tait Florian !- Florian : C'est un peu dur.	
		Dialogue 2	
C	1.1	**Anne :** Oui, je t'écoute Joffrey. **Joffrey :** Je vais 'Créer', 'Point', 'Point libre', 'dans le plan' euh… **Anne :** Oui, vas-y, vas-y ! Et voilà, tu notes tes points maintenant. **Joffrey :** On me demande de tracer un triangle. **Anne :** D'abord il faut que tu construises un triangle ABC, donc tu vas d'abord construire ton triangle ABC ! Maintenant tu traces les segments, vas-y ! **Joffrey :** 'Créer', 'Ligne', 'Segments'. **Anne :** Voilà, et là tu fais les trois segments en même temps. **Joffrey :** [AB], [BC] et … **Anne :** D'accord ? **Joffrey :** Oui. **Anne :** Oh il y a deux fois [AC], c'est pas [AC], c'est [AB], ok ?	Création du triangle : créer les segments ; saisie de données (segments) : saisie de plusieurs segments en même temps.
		Anne : Si vous avez du mal sur l'ordinateur, vous m'appelez en levant la main !	
		Dialogue 3	
C	1.1	**E :** Il faut faire le triangle ? **Anne :** Oui, il faut faire le triangle. **E :** On utilise des segments ? **Anne :** Voilà, et tu peux faire les trois segments en même temps. **E :** Avec des *(question inaudible)* ? **Anne :** Non, non, non, « espace », tu fais ton premier segment, « espace », le deuxième segment, « espace », le troisième segment.	Création du triangle : créer les segments ; saisie de données (segments) : utilisation de l'espace entre les segments ; saisie de plusieurs segments en même temps.
		Dialogue 4	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

C	1.3	**E :** On peut mettre plusieurs cercles en même temps ? **Anne :** Non un seul. **E :** Et je mets des noms ? **Anne :** Petit c pour cercle et c1 pour le premier cercle par exemple, d'accord ?	Création des cercles : saisie de données (cercles) : cercles en minuscules ; c1 pour le premier cercle.
		Dialogue 5	
C	1.3	**E :** Madame ! **Anne :** Oui. Cercle, tu peux l'appeler c comme cercle, en minuscule. Et comme tu auras trois cercles à tracer tu vas donc là créer le premier cercle c1.	Création des cercles : saisie de données (cercles) : cercles en minuscules ; c1 pour le premier cercle.
		(Echanges inaudibles) **Anne :** Chut ! S'il vous plaît !	
		Dialogue 6	
C	1.1	**Anne :** Tu t'en sors ? **E :** Oui… **Anne :** On met pas les crochets, tu t'en souviens pas, t'es pas venu à la séance la dernière fois ? On met pas les crochets avec le logiciel quand on nomme les segments, d'accord ? *(Anne consulte le 'Rappel')* Mais tu n'as pas encore défini tes points A, B, C, tu ne peux rien faire tant que tu n'as pas créé tes points. Pour tracer ton triangle, il faut que tu commences par définir par, par placer tes trois sommets et puis après tu traces tes trois segments. Donc vas-y 'Créer', … Voilà là tu traces tes trois sommets, en majuscule hein, le premier, le deuxième, le troisième et après tu traces les trois segments. Le point C, il est trop loin, ramène-le, -Adrian tu peux te taire-, ramène-le encore, ramène-le par ici, voilà. Maintenant tu traces les trois segments du triangle, d'accord ?	Création du triangle : saisie de données (segments) : pas de crochets pour les segments ; créer des points (sommets), puis des segments ; saisie de données (points - sommets): points en majuscule.
06'25		**Dialogue 7**	
C	1.1	**Anne :** Oui ? **E :** Sur mon écran il y a une ligne. **Anne :** C'est pas grave, quelques fois il y a une déformation sur l'écran. Mais dépêchez-vous, vous n'avez encore rien fait, où sont tes points A, B, C ? Pour tracer ton segment, ton triangle, il faut d'abord créer tes points ! Donc annule-moi ça ! Maintenant tu fais d'abord 'Créer', 'Point' et tu traces d'abord tes sommets pour ton triangle… Voilà, et tu me nommes tes sommets, en majuscule ! Ensuite… Il y a trois sommets ! Ensuite… Vas-y, maintenant il faut que tu traces les côtés ! Qu'est-ce que tu fais pour tracer tes côtés ? 'Créer', ensuite… Oui, voilà ! Et tu fais tes trois segments d'un coup mais sans mettre des crochets… Oui, continue. D'accord ? Puis, tu places ton point O et après tu feras le reste, mais accélère un peu hein !	Création du triangle : créer des points (sommets), puis des segments ; saisie de données (points) : points en majuscule saisie de données (segments) : pas de crochets pour les segments ; saisie de plusieurs segments en même temps.
07'21		**Anne :** Ceux qui sont au milieu, ne m'appelez pas je vais voir ceux qui sont sur les ordinateurs, d'accord ? Vous avez les corrigés pour vous aider.	
		Dialogue 8	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

C	1.3	**Anne :** Oui ? **E :** Comment je fais pour … ? **Anne :** Ah non, tu peux pas faire les trois d'un coup, tu peux faire qu'un seul cercle à la fois, d'accord ? Et le nom du cercle, à ton avis quand on nomme une droite comment appelle-t-on une droite ? On la nomme ? **E :** Euh, d. **Anne :** d comme droite. Ben comment on va nommer un cercle ? **E :** C. **Anne :** c comme cercle en minuscule, c1 si on a un autre à faire, après tu vas faire 'bis' pour les autres cercles, d'accord ? **E :** Ah, d'accord. **Anne :** Tu complètes en même temps.	Création des cercles : saisie de données : saisie d'un seul cercle à la fois ; d pour droite, c pour cercle en minuscule ; c1, c2, c3 pour trois cercles ; fonction 'bis' pour créer les cercles. Rédaction des réponses : rappel
		Anne : Complétez bien votre feuille en même temps, hein !	Intervention collective : Rédaction des réponses : rappel.
08'00		**Dialogue 9**	
C	1.1	**Anne :** Oui ?	Création du triangle : créer des segments. Création du point O : - choix d'une primitive.
C	1.2	**E :** *(Question inaudible)* ? **Anne :** Pourquoi tu fais des cercles toi ? Tu vas tracer des segments là ! Euh ben, c'est pas dans le 'Cercle' où il faut que tu ailles, tu vas dans le 'Segments', d'accord ? ... Oui 'Segments ' vas-y continue… Non, tu as tracé ton triangle, ça y est, pourquoi tu vas encore dans le 'Segments' ? Non, tu fais 'Annuler', ok, 'Annuler'. Là tu vas placer, maintenant je te dis donc, « Construire un triangle » tu l'as fait, c'est fini ; « Placer un point O », tu crées un point O, vas-y, 'Créer', 'Point' etc. d'accord ?	
08'30		**Dialogue 10**	
C	1.1	**Anne :** Tu es sûr que c'est le triangle qui va être tracé ? **E :** Non non euh… **Anne :** Alors, tu vas recommencer, tu fais 'Fichier', 'Fermer la figure', tu n'enregistres pas et 'Fichier', 'Nouvelle figure'. Donc tu as compris comment y aller, tu vas un peu plus vite, dépêche-toi !	Création du triangle : tracé erroné ? Aide technique : gestion du fichier informatique.
09'07		**Anne :** N'oubliez pas de compléter votre feuille !	Intervention collective : Rédaction des réponses : rappel.
		Dialogue 11	
C	3.1	**Anne :** C'est quoi une médiatrice ? **E :** Ah non ! **Anne :** Non, attends mais, c'est quoi une médiatrice ? C'est très bien ce que t'as fait, tu t'es pas trompé ! C'est quoi une médiatrice ? C'est un arc de cercle, c'est un rectangle, c'est un parallélogramme, c'est quoi ? **E :** Non, c'est une droite ! **Anne :** Alors, comment tu vas nommer tes droites ? Comment on nomme une droite en général ?	Création de la médiatrice : saisie de données : d pour médiatrice et en minuscule ; d1, … pour plusieurs médiatrices. Rédaction des réponses : rappel.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		E : X. **Anne :** Non pas X, X est pour un point. Qu'est-ce qui se rapproche, dans le quel on voit une droite ? … Ben une d ! Minuscule et comme tu auras plusieurs à tracer, tu nommes d1 par exemple, vas-y complète ta feuille, il y a une question là-dessus !	
		Dialogue 12	
O/R	3.2	**Anne :** Oui ? **E :** *(Question inaudible)* ? **Anne :** Ben je sais pas, si tu n'as qu'une seule ligne à écrire tu n'écris qu'une seule.	<u>Rédaction des réponses</u> nombre des lignes.
		Dialogue 13	
C	1.3	**Anne :** Je t'écoute. **E :** On appelle comment le nom du cercle ? **Anne :** Cercle, c comme cercle, et c1 puisqu'il y'en a trois à tracer, en minuscule de préférence, en minuscule toujours.	<u>Création des cercles :</u> saisie de données : c pour cercle en minuscule ; c1, c2, c3 pour les trois cercles.
		(Echanges inaudible) **Anne :** Tu t'en sors Joffrey ? **Joffrey :** Euh, oui.	
10'32		**Dialogue 14**	
C	1.1	**Anne :** Bon, Morgan, trace ton triangle, trace les segments [AB], [AC], [BC]… Oui.	<u>Création du triangle :</u> créer les segments.
C	1.2	**Morgan :** Le point O, moi je fais 'Créer', 'Point' **Anne :** Oui. **Morgan :** 'Point libre' **Anne :** Oui. **Morgan :** 'dans le plan' **Anne :** Oui. **Morgan :** Et là je fais le **Anne :** Majuscule, O majuscule. **Morgan :** O majuscule. **Anne :** Oui, et là tu fais 'ok' il apparaît. **Morgan :** Pourquoi il me fait ça ? *(Message 'Voulez-vous redéfinir le point O ? (O/N)' apparaît)* **Anne :** Tu l'avais déjà fait quelque part, tu dis 'oui'. Il est quelque part ton point, tu l'avais déjà fait une première fois ? **Morgan :** Non. **Anne :** *(Anne consulte le 'Rappel')* Si, il est là ton point, voilà pourquoi on te demande de 'recréer', d'accord ? Continue.	<u>Création du point O :</u> saisie de données : point O en majuscule point O invisible à l'écran (incident)
		Dialogue 15	
C	1.2	**E :** Le point O, il faut le mettre sur le triangle, ou euh ? **Anne :** C'est écrit quoi ? C'est précisé ou pas ? **E :** Non. **Anne :** Bon, donc tu le mets n'importe où.	<u>Position du point O</u> incompréhension de la consigne.
		Anne : Tu te tais Florian.	
		Dialogue 16	
C	3.1	**E :** *(Question inaudible)* ? **Anne :** Médiatrice, il faut l'appeler d, d comme droite plutôt que m !	<u>Création de la médiatrice :</u> saisie de données : d pour médiatrice plutôt que m

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		Dialogue 17	
O/R	3.2	**Anne :** Oui ? **E :** « O appartient-il à cette médiatrice ? », au début non mais, là je vais déplacer, donc je mets 'non' ? **Anne :** Non, mais au début non, voilà.	Observation/Rédaction des réponses : incompréhension de la consigne.
		Dialogue 18	
C	3.1	**Anne :** Tu veux tracer quoi ? **E :** Je vais faire la médiatrice. **Anne :** Alors, vas-y, si tu t'en souviens, comment il fallait, c'était, -j'arrive-, 'Créer', 'Ligne', vas-y, non non 'Ligne' là et tu vois ?	Création de la médiatrice : choix d'une primitive.
		Dialogue 19	
O/R D	3.5 ~3.3	**Anne :** Oui je t'écoute Adrian. **Adrian :** Moi ils se mettent pas tous ensemble… **Anne :** Oui mais c'est presque ça, c'est, parce que ton point O, regarde, ton point O il est là, il est pas vraiment sur la médiatrice que tu as tracée, donc il faut que tu ailles tout doucement, délicatement, tout doucement, pour que ça se mette plus… *(Echanges inaudibles).*	Déplacement du point O (sur la médiatrice) : non superposition des trois cercles.
		Dialogue 20	
C	4.3	**Anne :** Oui, je t'écoute. **E :** Hem, j'ai une médiatrice que j'ai appelée m quelque chose… **Anne :** Et ben tu vas dans 'Rappel' pour voir comment tu les avais faites ! **E :** *(E consulte le 'Rappel')* Ben, je les ai appelées m1, m2, m3. **Anne :** Oui, et alors où est ton problème ? **E :** Oui mais je crois qu'ils étaient d1, d2 et d3. **Anne :** Non, peu importe, mais *(inaudible)* en générale on met d parce que c'est une droite.	Création des médiatrices : saisie de données : m1, m2, m3 ou d1, d2, d3 pour les médiatrices Fonction 'Rappel' pour revoir les tracés
		Dialogue 21	
C	1.3	**Anne :** Continue comme tu l'as fait, ne recommences pas, ne recommences pas, va dans 'bis', d'accord ? **E :** D'accord.	Création des cercles : fonction 'bis' pour avancer rapidement
		Anne : Utilisez bien la fonction 'bis' pour ne perdre de temps, d'accord ?	Intervention collective : Utiliser la fonction 'bis'
		Dialogue 22	
O/R D	3.5 ~3.3	**Anne :** Il faut être sur la médiatrice, tu n'es pas sur la médiatrice là ! C'est bien ce qui est écrit sur ta feuille, tu n'es pas sur ta médiatrice là, pour conclure.	Déplacement du point O (sur la médiatrice) : non superposition des cercles.
		Anne : Chut ! On se tait, *travaille tout seul et en silence !	
		Dialogue 23	
C	1.3	**E1 :** *(Question inaudible)* ? **E2 :** Ben tu recommences tout. **Anne :** Non, on va effacer celui-là seulement, on va faire … Je te l'efface. Tu l'avais appelé comment ton cercle ? **E1 :** F.	Création du cercle : saisie de données : ne pas nommer le cercle avec un f.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		Anne : F, d'accord, tu prends plus la lettre F, d'accord ? Vas-y.	
C	1.3	**Dialogue 24** **E :** Madame ! **Anne :** Oui ? **E :** *(Question inaudible)* ? **Anne :** Non, tu ne peux pas faire trois cercles en même temps, tu n'en fais qu'un. Donc, tu commences par le premier, d'accord ? **E :** Ça c'est… **Anne :** En minuscule… Ok ? 'bis', tu recommences avec le deuxième, et le troisième.	Création des cercles : saisie de données : pas plusieurs cercles en même temps ; cercle en minuscule ; fonction 'bis'.
		Anne : Chut ! *Commence à répondre à tes questions hein. Chut ! *Ça, vous ne pouvez pas encore le faire. Dès que vous avez fini votre activité, vous levez la main pour que je puisse laisser la place à quelqu'un d'autre.	Intervention collective : échange de places.
14'24 T	5.2	**Dialogue 25** **Anne :** Ça tu pourras le faire après, la dernière partie, d'accord, quand tu seras au milieu. **E :** *(Question inaudible)* **Anne :** J'attendais la réponse, en attendant tout le monde y réfléchit, d'après ta figure, ça va être quoi le cercle circonscrit ? **E :** *(Réponse inaudible)*. **Anne :** Voilà, c'est ça.	Rédaction des réponses : « cercle circonscrit »
O/R	4.2	**Dialogue 26** **Anne :** -Chut !- Je t'écoute Joffrey. **Joffrey :** O il est pas obligatoirement sur la médiatrice ? **Anne :** Bon alors tu réponds, tu réponds, tu réponds à la question.	Rédaction des réponses : position du point O (à l'intersection de deux médiatrices).
O/R	4.2	**Dialogue 27** **E :** Madame ! **Anne :** Oui ? **E :** Une médiatrice c'est celle-là ? **Anne :** De [AC] c'est celle-là, oui, et de [AB] c'est celle-là. **E :** Ça fait que c'est le milieu du cercle. **Anne :** Le centre du cercle. **E :** Le centre. **Anne :** Un cercle n'a pas de milieu, un cercle a un centre, d'accord ?	Difficulté d'expression : confusion entre les mots centre et milieu pour désigner le centre du cercle.
		Anne : Tu t'en sors Julien ? **Julien :** Ben, oui. **Anne :** Médiatrice, voilà, c'est ça. **Anne :** Tu t'en sors Christelle? **E :** Oui.	
O/R	4.2	**Dialogue 28** **Adrian :** Qu'est-ce qu'on peut dire … *(Question inaudible)* ?	Observation/Rédaction des

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		Anne : Ah ben, c'est la question qui est posée hein Adrian… Tu peux déjà répondre à la première question ici, avant passer à la médiatrice.	réponses : incompréhension de la consigne.
		(Echanges inaudibles) **Anne :** Ça y est vous avez fini ? On peut passer à autre chose ? **E :** Non, mais je suis à la 5.	
		Dialogue 29	
D	2.1	**Anne :** Ce n'est pas le point B qu'il faut déplacer sur ta feuille hein, c'est le point O, d'accord ? Réponds aux questions qui sont posées, n'invente pas d'autres questions !	Déplacement du point O : erreur
17'30		**Anne :** Tu t'amuses bien Joffrey ? **Joffrey :** Non, mais, euh… **Anne :** Et ben moi je vois que tu t'amuses là, hein. **Anne :** C'est presque fini, on peut accélérer un petit peu. … Alors à la place de Nicolas va se mettre Cyrielle, et Nicolas tu prends la place de Cyrielle. -J'arrive-. Et Adrian c'est fini ? **Adrian :** Non.	
		Dialogue 30	
T	5.2	**Anne :** Je t'écoute. **E :** Euh, là je, en fait, O est le centre de toute la figure. **Anne :** « Le centre de la figure », euh, tu es sûr que ça veut dire quelque chose en mathématiques, « le centre de la figure » ? **E :** Non, mais j'arrive pas à le dire … **Anne :** Alors essaye de trouver le mot juste avant de répondre. Même tu peux répondre en étant ailleurs, maintenant tu as vu que comment ça marchait. Ecris-le au crayon papier pour après mettre le bon mot qui est derrière, d'accord ?	Difficulté d'expression : 'le centre de la figure'.
		Dialogue 31	
C	3.1	**Anne :** Je vais te le faire, je prends ta place. - *On se dépêche un peu Cyrielle ! - Tu veux créer une médiatrice, c'est ça ? **E :** Oui. **Anne :** 'Ligne', 'Droite', 'Médiatrice', oui je te la donne, tiens ! **E :** Merci.	Création de la médiatrice : choix d'une primitive.
19'18		**Dialogue 32**	
T	6	**E :** Madame ! **Anne :** Oui ? -A la place d'Adrian va se mettre Marie ! Alors ceux qui sont au milieu avant passer à ce que font vos camarades, vous finissez le petit 6 et le petit 5, d'accord ? Donc, Marie à la place de Adrian ! Elle est où Marie ? … D'accord- Tu attends 2 secondes. Oui ? **E :** *(Question inaudible)* ? **Anne :** Et ben, imagine que tu as un triangle et que tu ne sais rien d'autres, comment tu vas faire pour avoir son cercle circonscrit qui passe par les trois sommets ? **E :** Moi j'ai plus de temps pour ça ?	Rédaction des réponses : programme de construction du cercle circonscrit d'un triangle.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		Anne : Non, donc tu as fini, tu vas partir au milieu et quelqu'un d'autre va prendre ta place, d'accord ? **E :** Et je dois répondre à cette question ? **Anne :** Oui tu vas répondre là au milieu. -A la place de Mario, Florian !-	
20'00		**Dialogue 33**	
C	3.1	**E :** Madame ! **Anne :** Oui, j'arrive, je t'écoute. **E :** La médiatrice *(Question inaudible)* ? **Anne :** Qu'est-ce que c'est une médiatrice ? **E :** Ben, c'est, euh… **Anne :** Une quoi ? **E :** Une droite qui… **Anne :** Une droite. Donc tu mets petit d comme droite. **E :** D'accord. **Anne :** En minuscule toujours, quand tu nommes des droites ou des cercles hein. Et comme tu vas en tracer plusieurs, tu l'appelles d1 pour la première droite que tu traces, d'accord ? **E :** D'accord.	Création de la médiatrice : saisie de données : petit d pour médiatrice ; d1 pour tracer plusieurs.
		Anne : Il y a trop de bruit, vous arrêtez tout de suite ! Marie tu fermes la figure, tu fais 'Fichier', 'Fermer la figure' et 'Fichier', 'Nouvelle figure'. Vas-y Florian ! Chut !	Aide technique : gestion du fichier informatique.
		Dialogue 34	
T	5.2	**Anne :** Oui ? **E :** Ça veut dire quoi '*circonscrit*' ? **Anne :** D'après tes figures c'est quoi par rapport au triangle le cercle circonscrit qui passe par les ? **E :** Euh… **Anne :** … trois sommets. D'accord ? Ça y est tu as fini ? Il te reste plus qu'à répondre à la 6 ?	Difficulté lexicale : 'circonscrit'.
		E : Et à la 5.	
		Dialogue 35	
T	5.2	**E :** Le cercle circonscrit c'est quoi ? **Anne :** *(Anne repose la question à toute la classe)* Alors, plusieurs de vos camarades parmi ceux qui ont déjà fait l'activité sur ordinateur me demandent ce que c'est un cercle circonscrit. Qui est-ce qui peut répondre ? Nicolas ? Chut ! **Nicolas :** Euh, c'est le cercle qui passe par les trois sommets du triangle. **Anne :** Le cercle qui passe par les trois sommets du triangle. Le cercle que vous devez avoir à la fin de votre activité.	Difficulté lexicale : 'cercle circonscrit'. Définition du cercle circonscrit.
		Dialogue 36	
C D	4.1 ~3.3 ~3.5	**Anne :** Oui ? **E :** Là c'est un cas où les trois cercles se coïncident. **Anne :** C'est pas le cas, donc, tu t'arranges pour que ça coïncide. **E :** Ah il faut que ça coïncide. **Anne :** Tu t'arranges, tu déplaces le point O sur la médiatrice jusqu'à ce que ça coïncide, d'accord ? … Oui !	Déplacement du point O (sur la médiatrice) : incompréhension de la consigne.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

22'19		**Anne :** Vous allez vous mettre au milieu pour finir répondre à vos questions, d'accord ? Puisque vous avez fait la figure, vous avez fait l'activité. Adrian en rentrant dans la salle tu me donneras ton carnet, je veux pas t'entendre. **E :** *(Question inaudible)* **Anne :** Oui ? …'Fichier', 'Fermer la figure'. **Anne :** Alors à la place de Olivier Guillaume va se mettre Thomas. *Florian je ne veux pas t'entendre. A la place de Guillaume va se mettre Cyrielle. A la place de Robin, Stéphane ! *Oui tu fermes, tu ré-ouvres quand-même. *Tu attends, attends que je place les gens, je viens te voir après. A la place de Julien, Orion ! Vous avez fini les filles ? Vous vous dépêchez ! Marion silence ! A la place de Charlotte, Aurèlie ! *Joffrey tu avances un peu ?	Aide technique : gestion du fichier informatique.
		Dialogue 37	
C	1.1	**Anne :** Je t'écoute Florian. **Florian :** Pour déplacer le triangle c'était avec la main droite ? **Anne :** Oui, le clic droit, c'est ça.	Aide technique : déplacement du triangle.
25'00		**Anne :** *Tu as fini ? A la place de Marine, Ailey ! A la place de Cristelle, Naval ! …. Bon, à la place de Joffrey, Agate ! Tout le monde est passé ? Il manque, qui est-ce qui n'est pas passé ? Aurélie, c'est tout ! Elodie pardon. A la place de Emilie, Elodie ! *Comme tu as fini, il faut que tu prennes ton livre maintenant, d'accord ? *174, tu mets ton nom, la date et tout. *Oui tu peux avoir une feuille tiens ! Voilà. *tu fais celui-là, tu as l'énoncé, tu regardes pas la correction, tu prends juste l'énoncé et après tu travailles là-dessus. Bon, silence ! Vous levez la main si vous avez besoin d'explication, vous complétez votre feuille au fur et à mesure !	Tous les élèves du deuxième groupe sont passés à l'ordinateur (?)
25'45		**Dialogue 38**	
C	1.3	**Anne :** Chut, attends s'il te plait ! Comment ? **E :** On donne quoi comme nom pour le cercle ? **Anne :** c comme cercle, c minuscule. **E :** Oui, le mien, c'est c minuscule, j'ai appelé mon premier, mais j'ai encore trois cercles. **Anne :** Et ben, tu n'as qu'à mettre c1, mais c'est pas grave, tu mets c2 ou bien c3. **E :** Ben je mets c1 là ! **Anne :** c1 si tu veux là, oui.	Création des cercles : saisie de données : c pour cercle, en minuscule ; c1, c2, c3 pour les trois cercles.
		Anne : Oui ? Chut ! Page174, tu fais ce que tu veux mais tu regards pas le corrigé ! Comme ça vous corrigez chez vous.	
		Dialogue 39	
C	1.1	**Anne :** Oui je t'écoute. **E :** J'arrive pas à mettre un point O.	Création du point O. Création du triangle :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		Anne : D'abord il faut peut-être tracer le euh, il faut d'abord -*vous voulez des micros pour parler ? Donc, tu te retournes, travaille tout seul !- D'abord tu vas créer ton <u>triangle</u>, comment tu vas faire pour créer le <u>triangle ABC</u> ? **E :** Euh… **Anne :** On commence par quoi pour faire un triangle ? Les trois quoi ? Les trois… **E :** Sommets. **Anne :** Sommets. Donc vas-y, crée trois points. **E :** Alors comment on fait ? **Anne :** Ben, je te l'ai fait dans 'rappel' là, lis ce que j'ai écrit quand-même ! Pour placer des points, vas-y, suis ce que je t'ai mis dans 'rappel'… 'Créer', ensuite, ensuite, voilà ! Là tu va faire les trois points d'un coup. **E :** *(Question inaudible)* ? **Anne :** Ben réfléchis, 'Créer', qu'est-ce qui te manque quand tu fais des sommets ? **E :** Les côtés. **Anne :** Il te manque des côtés. Et c'est quoi des côtés ? Des droites, des demi-droites, des segments ? **E :** Des segments. **Anne :** Ben alors vas-y ! Et tu peux faire les trois d'un coup avec un espace entre, sans crochet ! Ok ?	créer des points, des segments. Saisie de données : création des points (avec 'bis') et des segments d'un seul coup (avec un espace, sans crochet).
		(Rappel des pages d'exercices à faire)	
T	6	**Dialogue 40** **Anne :** Oui ? **E :** « Donner un programme » ça veut dire « résumer tout ce qu'on a fait » ? **Anne :** Euh, non, donner un programme de construction c'est « qu'est-ce que tu fais quand tu as un triangle quelconque pour trouver le centre de cercle circonscrit ». Par rapport à tout ce que tu as écrit, tu devrais le dire, tu devrais savoir le dire. Donc tu relis bien ce que tu as écrit pour me donner la construction, d'accord ?	<u>Rédaction des réponses :</u> programme de construction du cercle circonscrit d'un triangle.
C	1.3	**Dialogue 41** **Anne :** Oh, qu'est-ce que tu as fait comme cercle ? **E :** Un cercle de centre O … **Anne :** Et de rayon ? **E :** [OA]. **Anne :** Deux secondes, je vais regarder ça. D'accord… C'est vraiment très bizarre d'arriver quand-même sur le cercle circonscrit la première fois. Ton point O a été bien placé, donc on va refaire, on va déplacer ton point O, d'accord ? Voilà, continue !	<u>Déplacement du point O :</u> la position initiale du point O est au centre du cercle circonscrit au triangle ABC.
C	1.3	**Dialogue 42** **Anne :** Tu es sûr qu'avec un point tu vas tracer un cercle ? Tu as déjà des sommets hein, donc qu'est-ce qu'il te manque, maintenant que tu as des sommets ? **E :** Ah ben, il y a des droites…	<u>Création du triangle :</u> créer les segments. saisie de données : création des segments

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		Anne : Des droites ? Il y a des droites dans un cercle, dans un triangle ? **E :** Les segments ? **Anne :** Voilà, alors vas-y ! Segment n'est pas un point, oui c'était ça, voilà ! Tu peux faire les trois d'un coup hein, tu sais bien avec un espace entre, on met pas de crochet. **E :** Je marque A, B, C ? **Anne :** Ben quels sont tes trois segments ? **E :** [AB]… **Anne :** D'accord.	d'un seul coup ; utilisation de l'espace entre les segments, sans crochets.
C	1.1	**Dialogue 43** **Anne :** Tu veux tracer quoi ? Les segments ? **E :** Oui. **Anne :** Alors c'est pas une droite un segment, continue dans ce qui est ici. Tu es passé dessus là hein… Voilà ! **E :** Ah ben oui, je n'avais pas vu. **Anne :** D'accord ?	Création du triangle : créer les segments.
T	6	**Dialogue 44** **Anne :** Oui ? **E :** *(Question inaudible)* c'est-à-dire tout ce qu'on a ? **Anne :** « Qu'est-ce qu'il faut faire pour trouver le centre du cercle circonscrit d'un triangle ? Avec tout ce que tu as fait, tout ce que tu as observé, maintenant qu'est-ce que tu sais faire pour le centre du cercle circonscrit. »	Rédaction des réponses : - Programme de construction du cercle circonscrit d'un triangle.
O/R	3.4	**Dialogue 45** **Anne :** Je t'écoute Cyrielle. **Cyrielle :** Ça veut dire quoi 'coïncident' ? **Anne :** L'un sur l'autre, superposé.	Difficulté lexicale : 'coïncident'.
C	1.1	**Dialogue 46** **E :** *(Question inaudible) ?* **Anne :** Il faudrait peut-être que tu traces ton triangle, trace les cotés, d'accord ? Pour l'instant tu fais 'annuler' et tu vas tracer tes trois côtés.	Création du triangle : tracer les trois côtés.
C	3.1	**Dialogue 47** **Anne :** Je t'écoute Florian. **Florian :** Les médiatrices… **Anne :** Et ben c'est quoi comme figure comme forme une médiatrice ? **Florian :** Une droite ! **Anne :** Alors tu mets petit d comme droite et d1 tout de suite.	Création de la médiatrice : saisie de données : petit d pour la médiatrice ; d1.
C	1.3	**Dialogue 48** **Anne :** Euh, pourquoi est-ce que ton cercle ne passe ni par A ni par B, ni par C ? Qu'est-ce qu'il fallait tracer ? De rayon [OA], [OB], [OC], c'est-à-dire qu'ils passent, l'un passe par A, l'autre passe par B et le troisième passe par C. Va dans 'rappel' ! *(Consultation du 'rappel')* Pourquoi *(question inaudible) ?* **E :** Ben j'ai pas écrit ça... **Anne :** Si, c'est écrit. **E :** Moi j'ai fait [OA] …	Création des cercles : saisie de données : ne pas saisir les trois cercles en même temps ; c minuscule pour le cercle, c1, c2, c3 pour les trois cercles. Aide technique : effacer un objet : « boîte de styles (panel de

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		Anne : Quel, euh … Quel, ferme-là *(la fenêtre 'rappel')* Vas-y ferme et montre-moi comment tu l'as fait ! Et tu as mis les trois rayons d'un coup ! Ben oui, tu traces un cercle à la fois. Donc, je vais t'effacer ce cercle et tu vas le recommencer, d'accord ? Pour les effacer tu vas dans le panel de couleur, tu vas dans 'non dessiné', tu cliques sur ta figure, tu ne dois plus voir, d'accord ? **E :** *(E explique sa construction)* 'Créer'… **Anne :** Après … **E :** 'Ligne'… **Anne :** Oui après… **E :** 'Cercle' **Anne :** Vas-y continue, et après… **E :** J'ai mis pour centre le point O. **Anne :** Vas-y, et tu as mis les trois rayons d'un coup ? **E :** Ben oui ! **Anne :** Non tu traces un cercle à la fois. **E :** Ah … **Anne :** donc je vais t'effacer ce cercle et tu vas les recommencer d'accord ? Pour l'effacer tu vas dans le 'panel de couleur', tu vas dans 'Non dessiné', tu cliques sur ta figure que tu ne veux plus voir, d'accord ? **E :** D'accord. **Anne :** Par contre tu ne reprends pas la même notation, tu vas pas l'appeler M et M pour cercle, quand on prend des lettres majuscules c'est quand on met des points. Donc là tu vas prendre petit c, c minuscule pour le cercle, c1, c2, c3. Vas-y !	couleur) -> non dessiné » au lieu de « (divers -> supprimer »
		Dialogue 49	
C C	1.2 1.3	**Anne :** Euh…Quand on nomme des points on met des lettres majuscules normalement. Tant pis tu l'as commencé comme ça hein. Et ton point O il est où ? Tu l'as placé le point O ? **E :** Euh non. **Anne :** Alors si on continue comme ça tu vas voir ce que dit l'ordinateur. *(Anne consulte le 'rappel')* Si, il a ton point O quelque part. Où est ton point O ? De centre O… Ah oui d'accord, ils ont pris le O de l'ordinateur, donc ça va pas. On va créer un point O d'accord, en majuscule, tout ce qui est point, c'est toujours en majuscule. Et là tu recommences avec grand O, tant pis pour petit a, petit b, petit c.	<u>Création du triangle :</u> saisie de données (points): points en majuscule. <u>Création du point O :</u> message d'erreur pour le point O, recherche du point O (fonction 'rappel' montre un objet o prédéfini) saisie de données : points en majuscule
		Dialogue 50	
C	1.3	**Anne :** Oui, maintenant tu fais pareil 'bis', ne recommences pas, ne perds pas de temps, on va dans 'bis', tu fais trois cercles normalement si tu lis bien ta consigne.	<u>Création des cercles :</u> saisie de données : fonction 'bis' pour créer rapidement les trois cercles
		Anne : Chut ! Vous levez la main, vous m'attendez en silence et ceux qui sont au milieu, je ne veux même pas vous entendre, vous avez du travail, vous avez même la correction pour voir si ce que vous avez fait est juste.	
		Dialogue 51	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

C	1.3	**Anne :** Qu'est-ce qui est écrit ici ? « Construire le cercle de centre O et de rayon [OA] », forcement il passe par quel point ce cercle ? Si [OA] est un rayon ? **E :** Ben O ! **Anne :** Non, O c'est le centre. « Et de rayon [OA] », par quel point il passe ? **E :** Ben, euh, A ! **Anne :** Oui, par A, par B, le premier par A, est-ce que ça passe par A? **E :** Ben je me suis trompé là hein. **Anne :** C'est clair. **E :** Et comment je fais pour aller ? **Anne :** Là on va déjà voir. *(Anne consulte le 'rappel')* Tu as mis le rayon [BC]… **E :** Ah ! **Anne :** Donc tu vas recommencer tes cercles-là ! D'accord ? **E :** D'accord. **Anne :** Et ne mets pas ton point O sur, euh, un côté, ne reprends pas le cas particulier de départ, tu places n'importe où ton point O.	Création des cercles : saisie de données : rayons erronés (les cercles ne passent pas par A, B) Déplacement du point O : ne pas prendre le cas particulier de départ (position initiale sur le centre du cercle circonscrit)
		Anne : Ceux qui sont au milieu, vous avez du travail !	
		Dialogue 52	
T	5.2	**E :** Ça veut dire quoi 'circonscrit' ? **Anne :** On l'a dit tout-à-l'heure, il faut écouter, « le cercle qui passe par les trois sommets du triangle ».	Difficulté lexicale : 'circonscrit'.
		Dialogue 53	
C	1.3	**E :** *(Question inaudible)* ? **Anne :** Petit c comme cercle. **E :** D'accord. **Anne :** Mais ça va pas aller, regards, tes points sont en majuscule et tu as mis tout en minuscule, il va pas comprendre l'ordinateur. Il faut tout remettre en majuscule, comme ça ta figure… **E :** ça marche pas ! **Anne :** Ah ben il faut trois cercles ! 'bis', et ben alors ? Tu complètes ! … Ensuite … Rayon ! **E :** [OB] ? **Anne :** [OA]. Il est déjà là [OB]… Voilà, et ces deux. D'accord ? Donc tu fais ça, tu passes à la suite.	Création des cercles : saisie de données : petit c pour le cercle ; fonction 'bis'. Création des points : saisie de données : points en majuscule
		Dialogue 54	
C	1.3	**Anne :** Aurélie ? **Aurélie :** Je comprends pas là. **Anne :** Tu ne peux pas faire les trois en même temps, et donc tu mets un seul rayon, **Aurélie :** Ah oui d'accord. **Anne :** Et le nom du cercle, tu l'appelles comme tu veux, avec des lettres minuscules de préférence. **Aurélie :** Ok.	Création des cercles : saisie de données : pas plusieurs cercles en même temps, lettres en minuscule pour le cercle, dénomination. Avertissement sur le temps.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		Anne : On va pas appeler o le cercle, le point O il est déjà quelque part ! Et le nom du centre c'est pas ABC, c'est un triangle ! ça peut pas être un centre, d'accord ? C'est O le centre, et un seul rayon ! Il te manque un cercle, il en faut trois des cercles. Tu en as fait trois ou deux ? **Aurélie :** Là j'en ai fait deux. **Anne :** Alors fais le troisième, ne perds pas de temps Aurélie !	
		Dialogue 55	
C	1.3	**Anne :** … D'accord, le rayon. Et là on va appeler le cercle, d'accord ? **E :** Ah ouais d'accord. **Anne :** Et on fait pareil avec les deux autres. Donc, le centre, le rayon et on l'appelle, on le nomme, toujours en minuscule de préférence, et on recommence avec le troisième, d'accord ?	Création des cercles : saisie de données : lettres en minuscule pour le cercle.
		Dialogue 56	
C	1.3	**Anne :** Oui Diane ! **Diane :** Au lieu de marquer [OA] là, je l'ai marqué ici. **Anne :** Et ben tu effaces ! **Diane :** Mais comment on fait ? **Anne :** Comme ça, d'accord ? **Diane :** Ah c'est là ? D'accord.	Création des cercles : saisie de données : erreur de saisie dans les cases Aide technique : utilisation de la touche « effacer ».
		Anne : Vous n'aurez pas de temps de tout faire si vous prenez aussi autant temps !	Avertissement sur le temps.
		Dialogue 57	
C	1.3	**Diane :** *(Question inaudible)* C2 ? **Anne :** Oui, mais de préférence en minuscule les lettres. **Diane :** Ah, parce que le premier, je l'ai mis en euh… **Anne :** Bon comme tu veux *(inaudible)* d'accord ? Et pareil pour le troisième, accélère un petit peu, tu auras pas de temps tout finir !	Création des cercles : saisie de données : les lettres en minuscule. Avertissement sur le temps.
		Dialogue 58	
O/R D	3.5 ~3.3 ~3.4	**E :** *(Question inaudible)* ? **Anne :** Bien, tu as sauté une étape. J'avais dit ici « déplacer O sur la médiatrice de [AB] pour avoir deux cercles qui se superposent, qui coïncident », c'est pas le cas. Donc, arrange-toi pour qu'il y ait au moins deux cercles qui coïncident.	Déplacement du point O (sur la médiatrice) : superposition de trois cercles
		Anne : C'est bon, tu t'en sors Cyrielle ? **Cyrielle :** Euh oui. **Anne :** Marie ? **Marie :** Oui ça va.	
		Dialogue 59	
C	1.1	**E :** Madame ? **Anne :** Oui ? **E :** Pour déplacer la figure comment on fait ? **Anne :** Tu te mets sur la figure, tu cliques à droite et tu la déplaces. **E :** Ah oui c'est la droite.	Aide technique : déplacement de la figure
		Dialogue 60	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

C	1.3 ~1.2	**Elodie :** J'ai manqué… **Anne :** Tu as dû mettre zéro à la place de O euh, ton point O n'est pas sur ta figure. Tu n'as pas mis encore le point O Elodie. Il faut que tu crées ton point O, d'accord ? *(Elodie crée le point O)* Voilà, maintenant qu'il y est, tu peux tracer ton cercle, tu traces les trois, d'accord ? Voilà.	Création du cercle: ordre de tracé : donné manquante (le point O)
		Dialogue 61	
C	1.3	**Anne :** Ça y est ? **E :** Madame, pour le premier on a marqué c1, et après le b2 ? **Anne :** c2, c3. **E :** Ah c'est… **Anne :** c pour cercle. Voilà, très bien.	Création des cercles : saisie de données : c1, c2, c3 pour les cercles.
38'10	5 6	***Anne :*** *(A l'Observateur)* Les élèves bloquent sur le 5, et le 6. Dès que c'est manipulation ça va, dès qu'on arrive ici à des déductions, ils ont plus de mal à les écrire.	Difficulté de rédaction
		Dialogue 62	
C	1.3	**Anne :** Stéphane, oui ? **Stéphane :** Il veut pas le tracer. **Anne :** Parce que c'est un c minuscule, c'est pour ça qu'il faut pas mettre n'importe quoi quand on fait des points, il y a des conventions, d'accord ? **Stéphane :** Hum hum. **Anne :** Bon, alors le centre c'est un grand O. Ensuite le rayon… Et ben c'est pour toi grand O, petit a *(Oa)* malheureusement. Et on va l'appeler petit c1, d'accord ? Il faut faire attention, si tu as mis des majuscules ou des minuscules, tu dois regarder ta figure, elle est sous tes yeux ta figure.	Création du triangle (points) : saisie de données : points en majuscule. Création des cercles : saisie de données : petit c pour les cercles, c1.
		Dialogue 63	
C O/R	3.1 3.2	**E :** Madame *(question inaudible)* ? **Anne :** ben d comme droite, d1, en minuscule, d'accord ? … Tu l'appelles petit d … 1, d'accord ? Parce que tu vas en tracer d'autres après, d'accord ? Maintenant tu es ici, donc tu réponds ici, si ça appartient ou pas, tu passes à la suite.	Création de la médiatrice : petit d pour les médiatrices, d1. Rédaction des réponses : rappel.
		Dialogue 64	
T	6	**E :** J'ai pas compris comment on va rédiger un programme. **Anne :** Et ben, par rapport à tout ce que tu as observé, surtout par rapport à ton petit 5 *(énoncé)*, « que peut-on déduire des trois médiatrices, et que peut-on déduire pour le centre du cercle circonscrit ? », comment on trouve le centre du cercle circonscrit d'un triangle. **E :** Ah … **Anne :** Le petit 6 découle du petit 5, oui c'est ce que vous avez fait normalement … Très bien, il fallait que deux, pas trois.	Rédaction des réponses : programme de construction du cercle circonscrit d'un triangle.
		Dialogue 65	
T	5.2	**Anne :** Oui Cyrielle ? **Cyrielle :** Je comprends pas cette question. **Anne :** Le centre du cercle circonscrit, euh, le centre, euh le cercle circonscrit c'est le cercle qui passe par les trois sommets du triangle. **Cyrielle :** Ah oui…	Rédaction des réponses (déduction)

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		Anne : Ça veut dire que celui-là. Où est son centre ? **Cyrielle :** Ici ! **Anne :** Mais il est où particulièrement par rapport à … **Cyrielle :** A l'intersection des deux médiatrices. **Anne :** Il y'en a deux ou j'en vois trois ? **Cyrielle :** Trois médiatrices. **Anne :** Donc, tu l'écris, c'est ça, d'accord ? **Cyrielle :** Ah, d'accord.	
C	3.1	**Dialogue 66** **Anne :** Diane ? **Diane :** J'sais pas comment faire pour tracer la médiatrice. **Anne :** Pas avec des abscisses, c'est des ordonnés. C'est quelle figure une médiatrice ? **Diane :** C'est une droite. **Anne :** Oui, regarde, quand tu vas dans 'Droite' tu as la 'Médiatrice' tout de suite. **Diane :** Hein, d'accord.	Création de la médiatrice : choix d'une primitive.
		Anne : Tu as fini Florian ? **Florian :** Je vais faire la 6. **Anne :** D'accord, donc on va fermer ton ordinateur, d'accord ?	
T	6	**Dialogue 67** **Anne :** Oui Cyrielle ? **Cyrielle :** Donner un programme de construction, c'est quoi ? **Anne :** Comment est-ce qu'on va construire le centre du cercle circonscrit d'un triangle, le cercle qui passe par ces trois sommets. Ces cercles-là, comment est-ce qu'on va les construire ? **Cyrielle :** Ah …	Rédaction des réponses : programme de construction du cercle circonscrit d'un triangle.
		Anne : Joffrey retourne-toi !	
O/R D	3.5 ~3.3	**Dialogue 68** **Anne :** Alors les deux, tu y étais presque, il faut plus se bouger, voilà ne bouge plus *(3.4)*. **E :** Oui mais en fait, j'étais sur cette question-là *(3.5)*, ces les trois cercles… **Anne :** Ah oui. Ben tu les déplaces, vas-y plus par ici, tu vas voir s'ils vont peut-être se mettre les uns … Non, non, non, pas trop vite, et sur la médiatrice, ne bouge pas la médiatrice … Et là tu es pile vraiment dessus, voilà, d'accord ?	Déplacement du point O (sur la médiatrice)
C O/R D O/R	3.1 3.2 3.3 3.4	**Dialogue 69** **Anne :** … Oui, et on va l'appeler petit d pour la médiatrice, d'accord ? Est-ce que O est sur la médiatrice ? **E :** Non. **Anne :** Alors tu réponds à la question posée et on déplace O sur la médiatrice. Si je déplace O sur la médiatrice qu'est-ce qui se passe ? Combien de cercles il te reste ? **E :** Un, deux. **Anne :** Alors tu réponds à la question. –Chut, on se tait ! -	Création de la médiatrice : saisie de données : petit d pour la médiatrice. Rédaction des réponses : rappel, guidage.
		Dialogue 70	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

T	6	**Anne :** Oui ? **E :** *(Question inaudible)* ? **Anne :** Et ben, par rapport à la question 5, comment peux-tu trouver le cercle qui passe par les trois sommets d'un triangle. **E :** C'est à dire on va dire pourquoi *(inaudible)* ? **Anne :** Non, non, tu réponds juste aux questions posées, c'est tout.	Rédaction des réponses : programme de construction du cercle circonscrit d'un triangle.
		Dialogue 71	
C	3.1	**Anne :** Donc, passe directement *(2.1 et 2.2)*, trace la médiatrice *(inaudible)*, donc 'Créer', 'Ligne', d'accord ? 'Droite'.	Création de la médiatrice : choix d'une primitive.
		Anne : *Qu'est-ce que tu ne comprends pas ? Ben, tu as la correction, si tu comprends pas, lis au moins le corrigé, d'accord ? **Anne :** *(A l'Observateur)* Ça va sonner, mais ils n'auront pas tous le temps de finir.	
		Dialogue 72	
O/R D	3.5 ~3.3	**Anne :** Oui Diane ! **Diane :** On peut pas avoir les trois cercles qui coïncident… **Anne :** Alors je vais te montrer que l'on peut. **Diane :** Ah bon ? **Anne :** Je vais te montrer que l'on peut. Tu déplaces vraiment comme il faut, tu prends ton temps, tu déplaces un peu partout et hop les trois cercles coïncident pourtant. **Diane :** Ah d'accord. **Anne :** D'accord ? **Diane :** D'accord. **Anne :** La droite est *(inaudible)*, tu vas n'importe où sur la droite. Il faut tracer la médiatrice maintenant !	Déplacement du point O (superposition des trois cercles).
		Anne : Tu comprends mieux la question 6 Cyrielle ? **Cyrielle :** Oui, ça va. **Anne :** D'accord. **Anne :** Alors Elodie ? Tu as tout fait, même le 6 ? **Elodie :** Ah non. **Anne :** Alors, essaie de faire le 6.	
		Dialogue 73	
C D	4.1 ~3.3 ~3.5	**Anne :** On te dit dans le cas où les trois cercles coïncident, essaie de faire que les cercles, donc déplace-toi sur la médiatrice, jusqu'à ce que les trois cercles soient les uns sur les autres. Il faut tout descendre … Voilà, encore … Tu n'es pas, regarde, tu n'es pas vraiment sur la médiatrice là. Pas très facile, mais bon, tu vas un petit peu en tâtonnant, voilà paf ! D'accord ? Donc tu es dans ce cas-là, donc on te demande de tracer la médiatrice de [AC], vas-y trace la médiatrice de [AC] … Oui, non, non, 'Droite' 'Droite' … Voilà, d'accord ? Tu regardes ce qui se passe.	Déplacement du point O (superposition des cercles). Création de la médiatrice : choix d'une primitive.
45'22		**Anne :** Cyrielle, tu as fini c'est ça ? Alors on va laisser la place à la classe qui suit.	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

T	6	**Dialogue 74** **E :** Madame ? **Anne :** Oui ? **E :** Le 6, j'ai pas compris. **Anne :** Ah ben, tu réfléchiras au 6, réfléchis le temps que je ferme tout ça, d'accord ?	Rédaction des réponses : programme de construction du cercle circonscrit d'un triangle.
45'56		*(ça sonne, fin de la séance)* **Anne :** Alors vous sortez en silence, vous vous rangez devant la salle 102 en silence, et je vais ramasser vos feuilles. Tout ça en silence ! **E :** On enregistre la figure ? **Anne :** Non, vous n'enregistrez pas !	

Réflexions de l'enseignante après la séance

Anne : Les moins bons je les ai mis en deuxième, effectivement quelques-uns n'ont pas fini l'activité. J'avais alterné mais, j'avais essayé quand-même de prendre les meilleurs avant, en premier, pour être sur qu'ils ont fini qu'ils puissent libérer un peu avant l'heure l'ordinateur. Il y a quelques-uns, deux ou trois qui n'ont pas fini, en générale ils ont fini, voilà.

Mail 1 :

Le but de cette activité est de faire en sorte que les élèves constatent que le centre du cercle circonscrit à un triangle ne se situe pas n'importe où. En effet, dans un premier temps, ils constatent qu'il se situe sur la médiatrice d'un côté, puis qu'il est aussi situé sur la médiatrice d'un 2^{e} côté, et enfin, sur la médiatrice du 3^{e} côté du triangle. Dans la question 6) ils n'ont pas fait remarquer que 2 médiatrices suffisent car les 3 médiatrices sont concourantes. Ce qui est un peu dommage.

Mail 2 (envoyé longtemps après la séance) :

Voici les renseignements demandés sur la classe de 5^{e} : il s'agit de la 5^{e}C, l'effectif est de 25 élèves. C'est une classe "normale" de 5^{e}, niveau hétérogène, une bonne tête de classe, des élèves moyens et des élèves en difficultés.

Pourquoi cette activité :

Elle permet aux élèves de constater rapidement que les 3 médiatrices d'un triangle sont concourantes (en déplaçant les sommets, les élèves constatent que cela est valable pour beaucoup de triangles sans pour autant que ce soit une démonstration), que le cercle de centre le point de concours passe par les 3 sommets du triangle. Il ne reste plus après qu'à faire la démonstration.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

e) Tableaux récapitulatifs des interventions

Légende : les cases grises contiennent les références des dialogues.

	Nombre d'intervention (NI) →			**27**	**27**	**10**	**14**	**NI ↓**
C (78)	Objets →			Triangle	Cercles	Point O	Médiatrices	
	Saisie de données (55)	Notation	Casse/dénomination	1-6-7-53-62	1-4-5-8-13-23-24-38-48-53-54-55-57-61-62	1-14-49	1-8-11-16-20-33-47-63-69	**32**
			Segment sans crochet	6-7-39-42				**4**
		Technique	Plusieurs segments en même temps	2-3-7-42				**4**
			Espace entre segment	3-39-42				**3**
			Fonction 'bis'		8-21-24-50-53	39		**6**
			Pas plusieurs cercles en même temps		8-24-48-54			**4**
		Confusion entre cases, erreur			51-56			**2**
	Choix d'une primitive (6)					9	18-31-66-71-73	**6**
	Ordre de création (11)	(Triangle) Créer les segments		2-3-9-14-42-43-46				**7**
		(Triangle)Créer les points, puis les segments		6-7-39				**3**
		(Cercle) créer le point O, puis les cercles			60			**1**
	Hors catégorie (6)	Position du point O				1-15-41		**3**
		Tracé erroné		10				**1**
		Recherche du point O				14-49		**2**

D (9)	Incompréhension de la consigne/guidage	29-36-58-68-69-73	**6**
	Difficulté gestuelle	19-22-72	**3**
O/R (13)	Incompréhension de la consigne	17-26-28-36-58-73	**6**
	Difficulté lexicale	27-45	**2**
	Hors catégorie (Nombre de ligne ; avertissement)	8-11-12-63-69	**5**
T (13)	Difficulté lexicale/Incompréhension	30-34-35-52-65	**5**
	Programme de construction	25-32-40-44-64-67-70-74	**8**

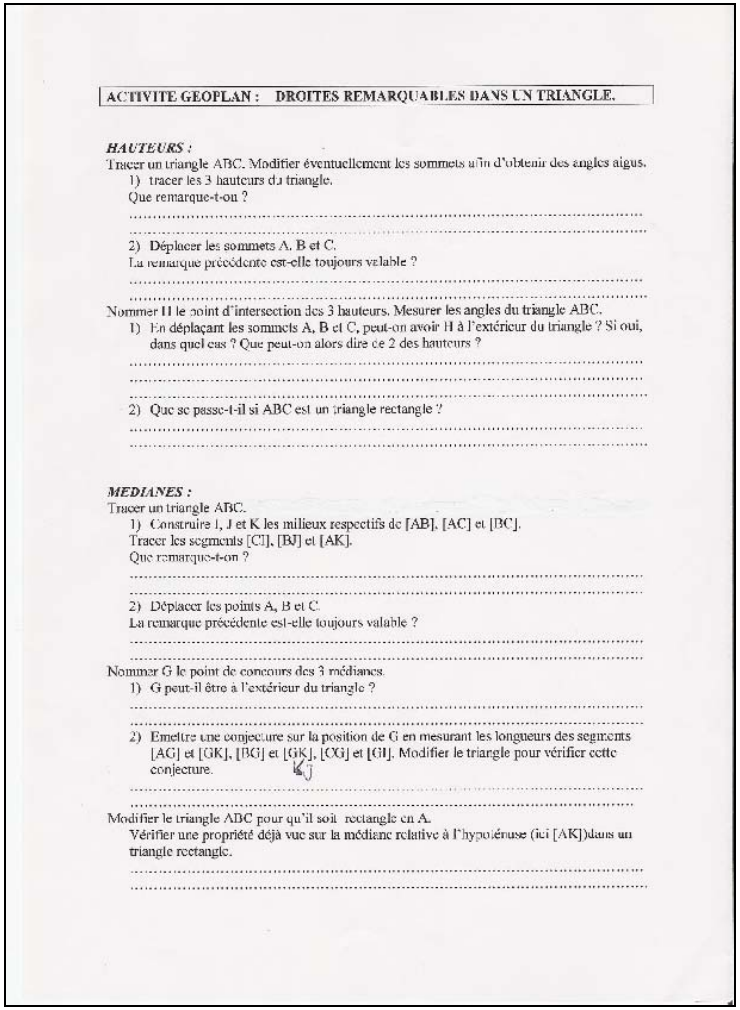
Intervention collective (3)	Fonction « bis »	Avant 21	**1**
	Rédaction	Avant 8 et 10	**2**
Aide technique (7)	Déplacement du triangle	37-59	**2**
	Effacer	56	**1**
	Gestion du fichier informatique	1-10-avant 34 et 37	**4**
Avertissement sur le temps (4)		54-57-avant 6 et 57	**4**

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

5.3. La séance Anne-4-II : « droites remarquables dans un triangle »

a) Fiche de travail avec Geoplan (une page et demie, en format A4)



ACTIVITE GEOPLAN : DROITES REMARQUABLES DANS UN TRIANGLE.

HAUTEURS :

Tracer un triangle ABC. Modifier éventuellement les sommets afin d'obtenir des angles aigus.

1) tracer les 3 hauteurs du triangle.
Que remarque-t-on ?
.....
.....

2) Déplacer les sommets A, B et C.
La remarque précédente est-elle toujours valable ?
.....
.....

Nommer H le point d'intersection des 3 hauteurs. Mesurer les angles du triangle ABC.

1) En déplaçant les sommets A, B et C, peut-on avoir H à l'extérieur du triangle ? Si oui, dans quel cas ? Que peut-on alors dire de 2 des hauteurs ?
.....
.....
.....

2) Que se passe-t-il si ABC est un triangle rectangle ?
.....
.....

MEDIANES :

Tracer un triangle ABC.

1) Construire I, J et K les milieux respectifs de [AB], [AC] et [BC].
Tracer les segments [CI], [BJ] et [AK].
Que remarque-t-on ?
.....
.....

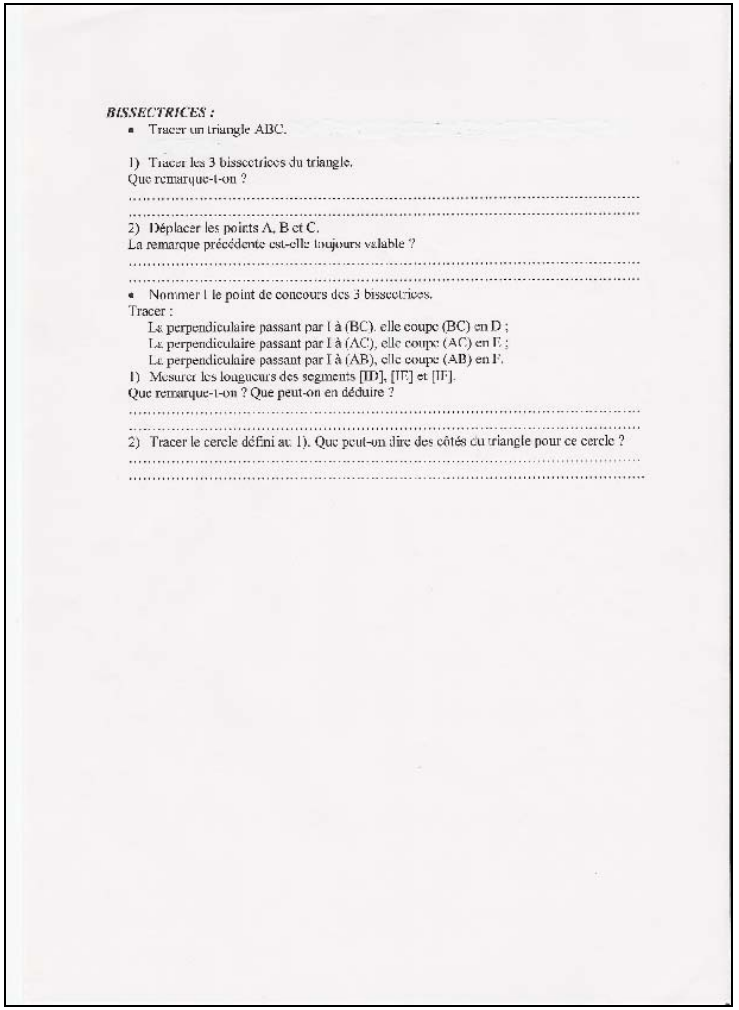
2) Déplacer les points A, B et C.
La remarque précédente est-elle toujours valable ?
.....
.....

Nommer G le point de concours des 3 médianes.

1) G peut-il être à l'extérieur du triangle ?
.....
.....

2) Emettre une conjecture sur la position de G en mesurant les longueurs des segments [AG] et [GK], [BG] et [GK], [CG] et [GI]. Modifier le triangle pour vérifier cette conjecture.
.....
.....

Modifier le triangle ABC pour qu'il soit rectangle en A.
Vérifier une propriété déjà vue sur la médiane relative à l'hypoténuse (ici [AK])dans un triangle rectangle.
.....
.....



BISSECTRICES :

- Tracer un triangle ABC.

1) Tracer les 3 bissectrices du triangle.
Que remarque-t-on ?
.....
.....

2) Déplacer les points A, B et C.
La remarque précédente est-elle toujours valable ?
.....
.....

- Nommer I le point de concours des 3 bissectrices.

Tracer :
La perpendiculaire passant par I à (BC), elle coupe (BC) en D ;
La perpendiculaire passant par I à (AC), elle coupe (AC) en E ;
La perpendiculaire passant par I à (AB), elle coupe (AB) en F.

1) Mesurer les longueurs des segments [ID], [IE] et [IF].
Que remarque-t-on ? Que peut-on en déduire ?
.....
.....

2) Tracer le cercle défini au 1). Que peut-on dire des côtés du triangle pour ce cercle ?
.....
.....

b) Découpage des parties H, M, B en étapes et sous-étapes

H1	*(H1.1)* Tracer un triangle ABC. *(H1.2)* Modifier éventuellement les sommets afin d'obtenir des angles aigus.
H2	1) *(H2.1)* Tracer les 3 hauteurs du triangle. *(H2.2)* Que remarque-t-on ? ……...*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
H3	2) *(H3.1)* Déplacer les sommets A, B et C. *(H3.2)* La remarque précédente est-elle toujours valable? ……...*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
H4	*(H4.1)* Nommer H le point d'intersection des 3 hauteurs. *(H4.2)* Mesurer les angles du triangle ABC.
H5	1) *(H5.1)* En déplaçant les sommets A, B et C, peut-on avoir H à l'extérieur du triangle? *(H5.2)* Si oui, dans quel cas? *(H5.3)* Que peut-on alors dire de 2 des hauteurs? ……...…....*(3 lignes réservées pour la rédaction)*
H6	2) *(H6)* Que se passe-t-il si ABC est un triangle rectangle? ……...…….....*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
M1	*(M1)* Tracer un triangle ABC.
M2	1) *(M2.1)* Construire I, J et K les milieux respectifs de [AB], [AC] et [BC]. *(M2.2)* Tracer les segments [CI], [BJ] et [AK]. *(M2.3)* Que remarque-t-on ? ……..……..*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
M3	2) *(M3.1)* Déplacer les points A, B et C. *(M3.2)* La remarque précédente est-elle toujours valable? ……..……..*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
M4	*(M4)* Nommer G le point de concours des 3 médianes.
M5	1) *(M5)* G peut-il être à l'extérieur du triangle? ……*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
M6	2) *(M6.2)* Emettre une conjecture sur la position de G *(M6.1)* en mesurant les longueurs des segments [AG] et [GK], [BG] et [GJ], [CG] et [GI]. *(M6.3)* Modifier le triangle pour vérifier cette conjecture. ……..……..*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
M7	*(M7)* Modifier le triangle ABC pour qu'il soit rectangle en A.
M8	*(M8)* Vérifier une propriété déjà vue sur la médiane relative à l'hypoténuse (ici [AK]) dans un triangle rectangle. ……..……..*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
B1	*(B1)* Tracer un triangle ABC.
B2	1) *(B2.1)* Tracer les 3 bissectrices du triangle. *(B2.2)* Que remarque-t-on ? ……..……*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
B3	2) *(B3.1)* Déplacer les points A, B et C. *(B3.2)* La remarque précédente est-elle toujours valable? ……..……*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
B4	*(B4.1)* Nommer I le point de concours des 3 bissectrices. *(B4.2)* Tracer: La perpendiculaire passant par I à (BC), elle coupe (BC) en D ; La perpendiculaire passant par I à (AC), elle coupe (AC) en E ; La perpendiculaire passant par I à (AB), elle coupe (AB) en F.
B5	1) *(B5.1)* Mesurer les longueurs des segments [ID], [IE] et [IF]. *(B5.2)* Que remarque-t-on ? *(B5.3)* Que peut-on en déduire? ……..……*(2 lignes réservées pour la rédaction)*
B6	2) *(B6.1)* Tracer le cercle défini au 1). *(B6.2)* Que peut-on dire des côtés du triangle pour ce cercle? ……..……*(2 lignes réservées pour la rédaction)*

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

c) Protocole avec entretien

Déroulement prévu de la séance

Outil informatique: Travail en binôme en salle informatique avec Geoplan. Guidage à l'aide d'un vidéo-projecteur. (Pas d'entretien avant la séance)

Thème géométrique et objectif : Les droites remarquables dans un triangle. Familiarisation avec le logiciel.

Déroulement effectif de la séance (réalisée le 29/04/03)

Légende :

TT : type de tâche	**E** : étape/sous-étape.	**C** : TT création
D : TT déplacement	**O/R** : TT observation/rédaction de niveau I	**O/R*** : TT observation/rédaction de niveau II

		Installation et consignes	Commentaire
		Anne : *(A l'Observateur)* Je voulais l'utiliser *(Geoplan)* avec eux, c'est sûr que Geoplan, ils l'avaient pas vu depuis très longtemps, j'ai pas pu avoir accès à la salle informatique, c'est pour ça que je ferai en même temps qu'eux *(grâce au vidéo-projecteur)*, pour, le logiciel, je ne sais pas s'ils savent encore très bien l'utiliser. **Anne :** Je vais distribuer donc le travail que vous avez à faire, même si vous êtes à deux, j'aimerais bien que chacun remplisse cette feuille, d'accord ? Notez bien votre nom dessus, votre classe, remplissez bien la feuille. Et je vais faire un petit peu l'activité, fin, les figures, - je ne répondrai pas à ce qui est posé-, je ferai les figures et je me déplacerai quand vous levez la main, vous êtes censés travailler en silence, même si vous êtes par deux, d'accord ? Ça commence ? On lève la main quand on veut parler ! *[...]* **Anne :** Donc, vous commencez à faire votre figure, si vous avez des difficultés, vous m'appelez ! Oui, vous commencez, vous avez l'heure et vous n'avez pas trop de temps à perdre. S'il vous plait, il y a trop de bruit ! *Ça veut dire lever la main, tu comprends, c'est lever la main et attendre.	Intervention collective sur le déroulement prévu de la séance. Avertissement sur le temps.
TT	**E**	**Dialogue**	**Objet du dialogue**
		Dialogue 1	
D	H1.2	**E :** Madame ! Un angle, un angle aigu ? **Anne :** Les points c'est pas des petites lettres, c'est des grandes lettres. Un angle aigu est plus petit que 90°.	Difficulté lex./maths. : 'angle aigu'.
		Anne : Je vous fais remarquer que votre feuille, elle est recto verso, donc ne perdez pas de temps à mettre de couleurs dès le départ, d'accord ?	<u>Intervention collective :</u> ne pas perdre de temps.
		Dialogue 2	
C	H1.1	**Anne :** Oui c'est ça, après espace, tu continues pour les autres segments.	<u>Création du triangle :</u> Saisie de données : espace entre les

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

			segments.
C	H1.1	**Dialogue 3** **Anne :** Pourquoi vous avez tracé des droites ? **E :** *(inaudible)* **Anne :** Alors, tu recommences, 'Fichier', 'Fermer la figure', 'Fermer la figure', non tu n'enregistres pas, et 'Fichier', 'Nouvelle Figure', voilà. **E :** Madame, on va où, dedans ? **Anne :** C'est ça, continue, 'Point' et 'dans le plan', voilà stop, c'est bon. C'est segment.	Création du triangle : choix d'une primitive (tracé erroné). Aide technique : gestion du fichier informatique.
O/R	H2.2 ~H2.1	**Dialogue 4** **E :** Madame, je ne sais pas trop écrire pour « qu'est-ce qu'on remarque » là. **Anne :** Tu n'as encore rien tracé, les trois hauteurs ? « Tracer les trois hauteurs », je n'en vois aucune de tracée. **E :** C'est-à-dire, les trois hauteurs euh ? **Anne :** Ben, du triangle ! **E :** Ah, d'accord.	O/R : Incompréhension de la consigne.
		Anne : En silence ! *(L'enseignante trace un triangle ABC sur son ordinateur portable, le dessin est projeté au tableau grâce au vidéo- projecteur.)* Alors, comment est-ce que vous avez fait pour tracer les hauteurs ? Vous levez la main ! On vous demande de tracer trois hauteurs, comment faites-vous pour tracer vos trois hauteurs ? Tony ! **Tony :** Une perpendiculaire à [AC] passant par B. **Anne :** Voilà, il faut tracer des droites perpendiculaires passant par les sommets. Allez au travail ! *(Elle trace sur son écran l'hauteur h_a.)* 'Créer', 'Ligne', 'Droite' 'Perpendiculaire' ! Regardez au tableau, vous regardez ce qui est projeté, pour ceux qui ont du mal. C'est là-bas qu'il faut regarder ! D'accord ? Tout le monde a compris ? Je le laisse au tableau.	Usage du vidéo-projecteur : tracé du triangle ABC. tracé de l'hauteur H1 pour montrer l'usage de la primitive 'Perpendiculaire'.
C	H2.1	**Dialogue 5** **Anne :** Oui ? **E :** Nous en fait, on a fait « Droite passant par … », c'est bon ? **Anne :** Oui, c'est bon. Tu fais 'bis', ne recommence pas, fais 'bis', ne perds pas de temps. Ben, moi, j'ai mis h pour hauteur, maintenant si tu mets un autre nom, tu peux mettre un autre nom si tu veux, mais il faut pas que tu l'oublies, d'accord ? **E :** Oui.	Création des hauteurs : Saisie de données : nom de l'hauteur tracé de la perpendiculaire. 'bis'. Avertissement sur le temps.
C	H2.1	**Dialogue 6** **E :** Madame, pour *(question inaudible)* ? **Anne :** C'est au tableau, tu vois ici je l'ai fait, tu n'as pas suivi quand je l'ai fais, ben oui mais, il fallait suivre en même temps. **E :** Je voyais pas quand vous faisiez des trucs. **Anne :** Perpendiculaire, perpendiculaire. Une hauteur est une perpendiculaire qui passe par un sommet et qui est perpendiculaire au côté opposé. Là, vous pouvez mettre des couleurs, par exemple pour les hauteurs. **E :** Pourquoi ? **Anne :** Pour que ça ressort !	Création des hauteurs : Choix d'une primitive. astuce : mettre des couleurs. Saisie de données : notation. Avertissement sur le temps.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		E : Mais non, non, non. On va les nommer nous. **Anne :** Oui, mais mets des couleurs, mets les en couleur. **E :** Ah d'accord. **Anne :** Qu'est-ce qui se passe ? Des *(inaudible)* ne conviennent pas. C'est pour ça que moi je les appelle toujours h1, h2, h3 etc. avec des numéros. Il faut tout compléter encore, dépêchez-vous !	
		Dialogue 7	
C O/R	H2.1 H2.2	**E1 :** *(question inaudible)* **Anne :** Oui, lui aussi c'est perpendiculaire, si tu prolonges ici. Sauf que là tu n'as pas tracé les trois hauteurs. Il faut tracer les trois hauteurs, tu n'as tracé qu'une seule. Il faut faire pareil, après tu fais 'bis'. **E1 :** C'est une hauteur. **Anne :** *(inaudible)* pas la même chose, c'était une hauteur ce qu'il a tracé. **E1 :** J'ai oublié comment on dit que les droites sont co… ? **Anne :** Concourante. **E1 :** Oui, voilà. **E2 :** *(question inaudible)* **Anne :** Sécante. Il manque une troisième, allez, accélérez un peu !	Création des hauteurs : Il faut tracer les trois hauteurs. Astuce : 'bis'. O/R : Difficulté d'expression : 'concourante'.
		Dialogue 8	
C O/R	H2.1 H2.2	**Anne :** Tu fais 'bis', ne recommence pas trois fois la même chose, tu fais 'bis'. Sors de là, clique ailleurs, voilà ! D'accord ? Maintenant, vous répondez déjà à la première question. 'Tracer les trois hauteurs', c'est seulement là que vous répondez à la première question « Que remarque-t-on ? », pas avant ! **E :** Ah, on a cru que… **Anne :** Non, il y a une question, il y a quelque chose que tu réponds après.	Création des hauteurs : astuce : 'bis'. O/R : Incompréhension de la consigne.
		Dialogue 9	
C	H4.1	**Anne :** Si ta figure elle est très loin, regards ce que tu fais, tu cliques sur l'autre côté, regards la souris, côté droit, tu te mets dessus, tu descends la figure. **E :** Ah ouais… **Anne :** D'accord ? Elle est un peu trop loin, trop grande ta figure, elle sort de l'écran, ramène-la un petit peu ! Ramène le point A déjà pour commencer **E :** Ben oui mais … **Anne :** Ben oui mais dans ce cas, si tu n'arrives pas à le prendre ton point, tu cliques de ton droit, tu descends ta figure et tu vas sur le point pour le ramener. Tu déplaces ta figure comme ça, d'accord ? Bon, il faut annuler ça d'abord, là tu la ramène, après tu ramène ta figure en haut, tu re-cliques sur deux points. **E :** Mais nous on essaie de mettre le point H ici, mais comment il faut faire ? **Anne :** H c'est quoi ? Qu'est-ce que j'ai écrit ? **E :** C'est le … **Anne :** Intersection ! Et ben alors, vous allez dans **E :** oui, ben il est là	Aide technique : déplacement de la figure. Création du point H : choix d'une primitive.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		Anne : Oui, et ben il faut le créer ! 'Point', 'Intersection 2 droites', comment est-ce que tu as appelé tes hauteurs, tu reprends deux sur trois, d'accord ?	
		Dialogue 10	
O/R	H2.2	**Anne :** Oui ? **E :** Les droites sécantes, ça existe ? **Anne :** Oui. **E :** Les droites conséquentes ? **Anne :** Conséquentes, non. Ecrivez.	O/R : Difficulté d'expression : 'droites sécantes'.
		Dialogue 11	
O/R	H2.2	**Anne :** Lucile ? **Lucile :** Là, elles se coupent en un point. **Anne :** Oui.	O/R : Difficulté d'expression.
		Dialogue 12	
O/R*	H5.3	**Anne :** Oui ? **E :** Là il manque, « Que peut-on dire alors de ces deux hauteurs ? » **Anne :** Pas « de ces deux », « de deux des hauteurs » !	O/R : Incompréhension de la consigne.
		Dialogue 13	
C	H4.1	**Anne :** Oui, je vous écoute. **E :** Comment on peut mettre un point … **Anne :** C'est intersection, alors on va dans point intersection. **E :** Euh… **Anne :** Comment vous avez appelé les hauteurs, il faut s'en souvenir. Vous vous en souvenez ou pas ? **E :** Oui. **Anne :** D'accord.	Création du point H : Choix d'une primitive.
		Dialogue 14	
D	H3.1	**E :** Madame, qu'est-ce qu'il faut faire après ? **Anne :** Tu réponds aux questions, « déplacer », « est-elle toujours valable ? » tu réponds, si ta figure sort de l'écran, tu sais comment il faut faire normalement, tu la descends comme ça, d'accord ?	Déplacement des sommets : Incompréhension de la consigne.
		Dialogue 15	
O/R	H2.2	**Anne :** On verra quand je corrigerai, là, le but c'est que toi tu travailles. **E :** Oui mais, comment ça s'appelle là, co… concourant… **Anne :** Voilà, concourantes.	O/R : Difficulté d'expression : 'concourant'
		Anne : A l'Observateur : « J'aurais voulu les dédoubler, mais la salle est beaucoup prise par les profs de techno, et donc j'ai vraiment eu beaucoup de mal à avoir une heure. C'est pris par les itinéraires de découvertes, et par les technos, et on en commence à quasiment tous à vouloir prendre la salle, et c'est très difficile. On en aura deux l'an prochain, il y en a qu'une pour l'instant. » **Anne :** Euh, ce n'est pas un jeu ! **E1 :** Non mais c'était pour voir … **E2 :** Non, mais il s'amuse bien là.	
		Dialogue 16	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

C C	H4.1 H4.2	**E1 :** Madame, comment on nomme le H ? **E2 :** Tu vas dans 'Créer', 'Point repéré' et 'Intersection…' **E1 :** Non. **Anne :** Comment ? 'Créer', je vous l'ai montré hier. **E :** Oui je sais. **Anne :** 'Créer', 'Affichage', tout en bas, euh, 'Mesure d'un angle géométrique'. Et là il faut faire attention, il faut pas être en radian, il faut être en degré. D'accord ? Voilà, tu complètes. Et ça c'est le nombre de chiffre après la virgule, tu mets zéro. Attends, il faut déjà t'y mettre.	<u>Création du point H :</u> choix d'une primitive <u>Mesure d'angle :</u> choix d'une primitive saisie de données : affichage en degré, nombre de décimales '0'.
		Dialogue 17	
C	H4.1	**Anne :** Oui ? **E1 :** J'ai pas compris ce qu'il faut faire. **Anne :** H est l'intersection de tes hauteurs, donc les hauteurs sont des droites. **E2 :** Il n'y a pas H. **Anne :** Ben, il faut que tu marques justement, la première hauteur comment tu l'a appelée ? **E1 :** h1 **Anne :** Ben vas-y ! **E2 :** Tu vois après h2 et h3. **Anne :** Voilà. Et c'est grand H, non le point, lis ce qui est écrit ! **E1 :** Ah oui, excusez-moi.	<u>Création du point H :</u> choix d'une primitive saisie de données : saisie dans les cases.
		Dialogue 18	
D	H5.1	**E1 :** Madame, là vous mettez H est à l'extérieur ? Ben oui c'est à l'intérieur. **E2 :** A l'extérieur. **Anne :** A l'extérieur, donc tu réponds « oui ». **E1 :** C'est tout ? **Anne :** Et oui, pourquoi. « Si oui, dans quel cas ? »	<u>D :</u> Incompréhension de la consigne.
		Dialogue 19	
O/R	H1.2	**Anne :** Alors tu peux vérifier autrement ça. **E1 :** Il est obtus là. **E2 :** Aigu. **E1 :** Ben il est obtus là. **E2 :** Aigu. **Anne :** Tu peux vérifier les 90° en faisant apparaître tes mesures d'angles. **E1 :** Ah oui, 'Créer', euh… **Anne :** C'est 'Affichage', ça apparaît tout de suite. **E1 :** 'Affichage' … **Anne :** Non dans 'Créer', 'Affichage', attention ne pas au radian par contre hein, non, au degré.	<u>D :</u> Triangle rectangle : pour vérifier : afficher les mesures d'angle saisie des données : angles en degré.
		Dialogue 20	
C	H4.1	**Anne :** Oui ? **E1 :** Vous voulez sur une *(question inaudible)* ? **Anne :** Comment ? **E1 :** Là, vous dites, euh « mesurer les angles » **Anne :** Non, c'est dans 'Affichage' **E2 :** Non mais là il faut bien nommer les points ?	<u>Mesure d'angle :</u> saisie de données : notation.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		Anne : Ah oui, d'accord, non, c'est ça, c'est comme ça que tu nommes ton point.	
C	H4.2	**Dialogue 21** **Anne :** Oui ? **E :** Euh, comment il fait faire pour mesurer les angles ? **Anne :** C'est dans 'Affichage', tu vas dans 'Créer', 'Affichage' et tu as 'Mesure d'un angle géométrique'. **E :** Euh… **Anne :** Tout en bas, 'Créer', vas pas vite s'il te plait, prends ton temps ! Non 'Créer', 'Affichage' et 'Mesure d'un angle géométrique', tu mets en degré et 'Nombre de chiffres après la virgule' tu mets zéro. **E :** Euh… **Anne :** Tu l'as mis en radian. **E :** Je sais pas. **Anne :** Oui, 'Créer', 'Affichage', j'avais dit « attention à l'unité de mesure » 'Mesure d'un angle géométrique', et tu étais en radian, il faut le mettre en degré.	Mesure d'angle : choix d'une primitive, saisie de données : angle en degré, nombre de décimales '0'.
	?	**Dialogue 22** **Anne :** Comment ? **E :** *(inaudible)* **Anne :** Pousse-toi s'il te plaît, pousse-toi. Tu rappelles ta figure et tu réduis. **E :** Madame, mais comment faire, parce que dés fois ça se coince là-haut… **Anne :** Et ben voilà, vous allez cliquer sur le bouton droit et vous faites bouger. **Es :** D'accord, merci.	Aide technique : Déplacement de la figure.
		Anne : Accélérez un petit peu !	Avertissement sur le temps.
C	H4.1	**Dialogue 23** **Anne :** Tu fais quoi là ? **E :** Ben, là je fais, euh … **Anne :** Pourquoi est-ce que ton point H il est n'importe où ? Tu as mis comment ton point H ? **E :** Ben, j'ai fait 'Créer', 'Point libre' **Anne :** H 'Point libre' non, regarde ce qui est écrit, H n'est pas n'importe quel point, il est le point d'intersection de droites ! Donc, ton point H n'est pas où il doit être. Faites l'effacer, et tu me le renommes avec H maintenant. Voilà.	Création du point H : choix d'une primitive (création erronée).
C	H4.2	**Dialogue 24** **Anne :** Laurent, oui ? **Laurent :** Comment on fait pour mesurer les angles ? '**Anne :** Créer', 'Affichage', 'Mesure d'un angle géométrique'. Tu le mets en degré et zéro chiffre après la virgule. **Laurent :** Est-ce qu'on marque les mesures des angles sur le papier ? **Anne :** Tu marques si tu en as besoin, sinon tu réponds sur ma question « dans quel cas ? », d'accord ?	Mesure d'angle : Choix d'une primitive Saisie des données : angle en degré, '0' nombre de décimales.
		Dialogue 25	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

O/R*	H5.3	**Anne :** Oh, qui as mis ces couleurs ? Réponds à mes questions et remplis ta feuille ! **E :** Madame, j'sais pas comment remplir « Que peut-on alors dire de 2 hauteurs ? » **Anne :** Ben tu passes à la suite. Tu dis ce que tu penses, que tu vois et après tu passes à la suite, on verra quand on corrigera. **E :** D'accord, *(inaudible)* **Anne :** Oui, mais par rapport à ce qu'elles étaient avant comment elles sont devenues ? **E :** Elles sont plus sur *(inaudible)* **Anne :** Voilà. Elles sont à ? **E :** L'extérieur. **Anne :** Voilà. **E :** Elles sont, on dit comment alors ? **Anne :** Elles sont à l'extérieur du triangle.	O/R : Incompréhension de la consigne. Avertissement : remplir la feuille.
		Dialogue 26	
C	H4.2	**Anne :** Non ça c'est faux, zéro chiffre après la virgule.	Mesure d'angle : Saisie de données : '0' nombre de décimales.
		Dialogue 27	
O/R* C	M6.2 M6.1	**Anne :** Je t'écoute. **E :** C'est quoi une conjecture ? **Anne :** Une conjecture, qu'est-ce que vous remarquez, une remarque. Après avoir mesuré. **E :** Comment on fait pour mesurer ? **Anne :** Et ben c'est comme pour les angles, on va dans 'Créer', 'Affichage', 'Longueur d'un segment', d'accord ? Ça c'est le nombre de chiffre après la virgule, vous mettez 2 par exemple, d'accord ?	O/R : difficulté lexicale/maths : conjecture. Mesure de longueur : choix d'une primitive, saisie de données : '2' nombre de décimales.
		Dialogue 28	
C	H4.2	**Anne :** Accélérez un petit peu. **E1 :** Il a pas mis, il fallait mettre en degré là. **E2 :** Ben oui. **Anne :** Ben il faut recommencer, vous recommencez et vous mettez bien en degré, ici, vous bougez ici, d'accord ? Là c'est zéro chiffre. **E :** C'est quoi madame « radian » ? **Anne :** Tu verras quand tu seras au lycée, une autre unité de mesure.	Avertissement sur le temps. Mesure d'angle : Saisie de données : angle en degré, '0' nombre de décimales.
		Dialogue 29	
O/R	H6	**Anne :** Il faudra accélérer un petit peu plutôt que de mettre des couleurs, accélérez s'il vous plaît. Si vous n'arrivez pas passez à la suite. **E :** Madame, on dit que le point H s'est mis sur l'angle. **Anne :** Ah ben, écris, écris ! Oui ? **E :** Le point H, il est là, il s'est placé là, *(inaudible)* **Anne :** Bon, écoute, tu passes à la suite, réponds aux questions posées et puis essai de voir ce qui se passe après. Et ben vous les enlevez, faites annuler, et tu déplaces, voilà.	Avertissement sur le temps. O/R : Incompréhension de la consigne. Avertissement : remplir la feuille.
		Dialogue 30	
O/R*	H5.3	**E :** Madame, qu'est-ce qu'on peut dire des …	Avertissement sur le

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

O/R	H6	**Anne :** Ah, c'est à vous de répondre hein, on verra après, on corrigera ensemble après, mais c'est à vous de répondre ce que vous voyez. Donc là, vous avez un triangle qui était rectangle, parce qu'on avait 90°. Descends ton point comme tout à l'heure. Regards, tu es, on va dire 'droit', 90°. Qu'est-ce qui se passe pour le point H quand ton triangle est rectangle, c'est ce que je te pose comme deuxième question. A vous de répondre après. D'accord ? Passez aux médianes, dépêchez-vous ! Donc, là vous faites 'Fichier', 'Fermer la figure', n'enregistrez pas parce que j'ai déjà imprimé une pour vous, et 'Fichier', 'Nouvelle figure', d'accord ? Voilà.	temps. O/R : Incompréhension de la consigne. Guidage. Aide technique : gestion du fichier informatique.
		Dialogue 31	
C	M6.1	**Anne :** J'ai dû me tromper. **E :** et ben, c'est pas de nous ! **Anne :** [AG] et [GK], [BG] et [GK], c'est [BG] et [GJ], et après c'est [CG] et [GI]. Donc c'est [GJ], je me suis trompée d'accord ?	Correction : l'erreur d'écriture sur la fiche de travail.
		Dialogue 32	
O/R O/R	H6 H5.2	**Anne :** Pourquoi vous avez autant de chiffre après la virgule, vous n'avez pas complété ? **Tony :** J'ai mis 6. **Anne :** Ben, c'est intéressant de mettre 6 chiffres, mais bien sûr pour mesurer un angle Tony ! Là il est rectangle, parce que tu as 90°, donc tu peux répondre à ce qui se passe là. **Tony :** Oui mais là, sinon pour celle-là, si ça dépasse 90° c'est à l'extérieur ? **Anne :** Voilà. Remplissez !	O/R : guide avertissement : remplir la feuille.
		Anne : *Tu passes aux médianes c'est ça ? Tout le monde est déjà aux médianes hein !	
		Dialogue 33	
C	M2.1	**E :** Madame, 'Point repéré', *(inaudible) […]* Et le milieu c'est I. **Anne :** En majuscule, d'accord, c'est bon. Et tu fais 'bis', pour aller très vite.	Création du milieu I : choix d'une primitive saisie de données : notation, astuce : 'bis'.
		Dialogue 34	
C	M1	**E :** On fait une figure pour les deux ou ? **Anne :** Vous faites 'Fichier', 'Fermer la figure', on n'enregistre pas, puisque moi j'ai fait des enregistrements pour vous. 'Fermer', non c'est tout en haut, 'Fermer', vas-y clique, tu n'enregistres pas non plus, là tu fais 'Fichier', 'Nouvelle figure', d'accord ? Voilà.	Aide technique : Gestion du fichier informatique.
		Dialogue 35	
C	M2.1	**Anne :** Pourquoi un point repéré ? Tu vas créer quoi ? **E :** Euh, I, J, K. **Anne :** Il faut lire que tu as sur ton logiciel, d'accord ?	Création du milieu I : choix d'une primitive.
		Dialogue 36	
C	?	**E :** Pour le 'Créer' on recommence ? **Anne :** Ben tu fais 'bis', non, non 'bis'. **E :** 'bis', c'est où 'bis'? Ah !	C : saisie de données : astuce : 'bis'.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		Dialogue 37	
O/R*	H5.3	**Roman :** « Que peut-on dire de deux hauteurs ? » **Anne :** Et ben, c'est à toi de le voir hein, je peux pas prendre ta place Romain ! Tu as trois hauteurs. **Roman :** Ben, elles sont toutes les trois à l'extérieur ? **Anne :** A toi de voir.	O/R : Incompréhension de la consigne.
		Dialogue 38	
O/R*	M8	**E :** En fait, j'sais pas si c'est la bonne. **Anne :** Alors vas-y. **E :** Dans le triangle rectangle ABC, rectangle en A, la médiane relative à l'hypoténuse a pour mesure la moitié de l'hypoténuse. **Anne :** Tu vérifies, tu t'arranges pour que ton triangle soit rectangle et tu vois si ça marche. **E :** Mon triangle il est rectangle, parce que... **Anne :** Alors la médiane relative à l'hypoténuse ça sera ça, et est-ce que [AK] c'est la moitié de [BC] ? **E :** Mais, on n'a pas les … **Anne :** Et ben tu calcules ! Non, regarde, tu prends le bouton droit et tu déplaces ta figure.	O/R : Guide : vérification par mesures. Aide technique : Déplacer la figure
		Dialogue 39	
C	?	**E :** 'Point', 'Point repéré' … **Anne :** Non, non 'Intersection', non pas '2 cercles', voilà.	Création du point d'intersection : - choix d'une primitive.
		Dialogue 40	
O/R	H6	**E :** Madame, j'arrive pas à dire ce que ça fait pour … **Anne :** Et ben tu passes à la suite, tu verras quand on corrigera, d'accord ? Tu passes à la suite, tu réponds ce que tu peux répondre, passe aux médianes !	O/R : Incompréhension de la consigne.
		Dialogue 41	
O/R	H6	**Anne :** Ça y est, vous avez fini les hauteurs ? **E1 :** Ben non. **E2 :** J'ai pas compris pour celle-là « Que se passe-t-il si ABC est un triangle rectangle ? » **Anne :** Alors arrange-toi pour que ABC soit rectangle, tu as les angles qui apparaissent à l'écran, arrange-toi pour qu'au moins un angle fasse 90°, en déplaçant tes points. **E2 :** Ah ça change hein ! **Anne :** Tu y étais presque, stop ! **E2 :** Allez mais baisse encore, non mais, 90°… Voilà !	O/R : incompréhension de la consigne.
		(Dialogue inaudible).	
		Dialogue 42	
O/R	H6	**Anne :** Il serait peut-être temps de passer aux médianes messieurs ! **E :** Non mais je… **Anne :** Et ben tu passes, tu passes aux médianes, tu as une feuille entière à faire !	Avertissement sur le temps.
		Anne : *Vous en êtes où là ? Aux bissectrices ? D'accord.	
		Dialogue 43	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

O/R C	M2.3 M2.2	**E1:** Je n'ai rien compris madame. **Anne :** J'ai pas demandé de tracer ça moi. Moi, j'ai pas dit [IK], j'ai dit [CI], [BJ], [AK], vous lisez au moins ce que j'ai écris. **E2 :** Oh la la la la la la … **Anne :** Alors vous recommencez votre figure. **E2 :** Est-ce que c'est noté ça ? **Anne :** Oui c'est noté. **Anne :** Qu'est ce que tu fais là ? **E :** 'Fichier' euh… **Anne :** Non mais pourquoi est ce que tu vas là, c'est ça que je veux. Vas-y recommence, continue je veux dire.	O/R : incompréhension de la consigne. Création des segments : tracés erronés.
		(Dialogue inaudible).	
		Dialogue 44	
O/R*	M6.2	**E :** Madame ? **Anne :** Oui ? **E :** Qu'est-ce que la conjecture ? **Anne :** Une remarque. Qu'est-ce que vous remarquez.	O/R : difficulté lexicale/maths : conjecture.
		Dialogue 45	
O/R* C	M6.2 M6.1	**E :** Madame, c'est comment pour faire la conjecture ? **Anne :** La remarque. Il faut déjà les mesurer. Donc, tu étais bon, donc 'Créer', 'Affichage', 'Longueur d'un segment' et tu me mets deux chiffres après la virgule, d'accord ? Ça c'est le nombre de chiffre après la virgule, entre 0 et 6, tu en mets 2 ça suffit.	O/R : difficulté lexicale/maths : conjecture. Mesure de longueur : choix d'une primitive, saisie de données : '2' nombre de décimales, notation, astuce : 'bis'
		Dialogue 46	
C	M2.1	**E1 :** Madame, on a marqué petit i, on fait ok ça fait pas. **Anne :** Parce que petit i existe déjà, donc il faut mettre grand I **E1 :** D'accord. **E2 :** Ah il est où le petit i ? **E1 :** j'sais pas.	Création des milieux : - saisie de données : notation.
		Dialogue 47	
O/R*	M6.2	**E :** Madame une conjecture ? **Anne :** Une remarque.	O/R : difficulté lexicale/maths : conjecture.
		Dialogue 48	
C	M6.1	**Anne :** Non tu vas pas recommencer, tu fais 'bis'. Tu veux faire quoi ? **E :** *(inaudible)* **Anne :** Alors regarde, tu retiens, ça c'est le nombre de chiffre après la virgule, on va en mettre 2 et ça c'est ton segment. Tu prends la souris, je vais te la donner.	Mesure de longueur : saisie de données : '2' nombre de décimales, notation, astuce : 'bis'
		Dialogue 49	
C	M2.1	**E :** Madame ! **Anne :** Oui.	Création des milieux : choix d'une primitive

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		E : Là pour I, J, K les milieux respectifs il faut qu'on se mette … **Anne :** 'Créer', c'est dans 'Point' et regarde tout ce que tu as comme point, regarde tout ce que tu as comme point. Tu n'as rien qui ? **E :** Ah oui, milieu. **Anne :** Voilà. D'accord ?	
		Dialogue 50	
O/R* C	M6.2 M6.1	**Anne :** Oui ? **E1 :** C'est quoi une conjecture ? **Anne :** Une remarque. Une propriété quoi, ce que tu peux remarquer. **E2 :** Ça veut dire quoi ? **Anne :** Ça veut dire quoi ? Emettre une conjecture donne une propriété, une chose que tu as remarquée, c'est par rapport à la position du point G. Et tu lis la phrase jusqu'au bout en mesurant les longueurs des segments. Ce n'est pas [GK] je me suis trompée, c'est [BG] et [GJ], d'accord ?	O/R : difficulté lexicale/maths : conjecture. Correction : l'erreur d'écriture sur la fiche de travail.
		Dialogue 51	
O/R*	M6.2	**E :** Madame, ça veut dire quoi 'conjoncture' ? **Anne :** Emettre une conjecture, c'est trouver une propriété une remarque que vous pouvez faire sur le point G. Et lis jusqu'au bout, en mesurant les longueurs. Et là il y a une erreur, ça sera [GJ].	O/R : difficulté lexicale/maths : conjecture. Correction : l'erreur écriture sur la fiche de travail.
		Dialogue 52	
C	M6.1	**E :** Madame, vous avez mis deux fois … **Anne :** Oui, c'est [GJ], là. **E :** [GJ] ? **Anne :** Oui.	Correction : l'erreur écriture sur la fiche de travail.
		Dialogue 53	
O/R*	M6.2	**E :** Madame c'est quoi une conjoncture ? **Anne :** Une remarque, ce que tu remarques par rapport aux longueurs des côtés que tu as euh sous les yeux. Si je les ai mis deux par deux, c'est pas pour rien hein.	O/R : difficulté lexicale/maths : conjecture.
		(Propos inaudibles) **Anne :** * Ça *(vidéo-projecteur)* sert pas à grande chose. Je pensais que j'avais besoin de vous aider pour construire mais vous vous en souvenez bien.	
		Dialogue 54	
C	H4.1	**Anne :** Je t'écoute. **E :** Comment on fait ce machin-là ? **Anne :** L'intersection ? **E :** Oui. **Anne :** Tu vas dans 'Point', 'Intersection de 2 droites', là tu prends deux des trois droites.	Création du point d'intersection : Choix d'une primitive.
		Dialogue 55	
O/R	M2.3	**E :** Pour « Que remarque-t-on ? » ils se croisent tous !	O/R :

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	~M2.1	**Anne :** Oooh ! Vous avez vraiment fait ce que j'ai fait ? Pousse-toi s'il te plait. J est bien le milieu de [AC], pour toi J est le milieu de [BC]. Donc, forcement ça peut pas concorder. Recommencez votre figure. **E :** D'accord.	observation erronée à cause de la création erronée des milieux.
		Dialogue 56	
C	M6.1	**Anne :** Où est-ce que vous êtes là ? Qu'est-ce que vous calculez là ? Les longueurs ? **E :** Ben oui. **Anne :** Pourquoi vous étiez avec les angles ? 'Longueur d'un segment' d'accord ? Et ça c'est le nombre de chiffres après la virgule, vous en mettez 2 seulement, ça suffit, d'accord ?	Mesure de longueur : Choix d'une primitive Saisie de données : '2' nombre de décimales.
		Dialogue 57	
O/R*	M6.2	**E :** *(Propos inaudibles)* **Anne :** Je les ai mis deux par deux, c'est pas pour rien, recoupez les deux par deux, comme je les ai mis moi. *(Les élèves essayent de ranger les mesures de longueurs comme cela est indiqué sur la feuille).* **E :** Comment on fait pour les regrouper ? **Anne :** Eh ben, tu le prends, tu mets l'un à côté de l'autre. **E :** Ah ok, d'accord. **Anne :** Là vous verrez plus facilement ce qui se passe, d'accord ? J'sais pas si vous vous rendez compte, mais il y a encore ça derrière hein. **E :** Ah ouais.	O/R* : - Guide pour la conjecture : ordre des données.
		Dialogue 58	
C	M6.1	**Anne :** Tu veux calculer quoi ? **E :** Ben, [AG] … **Anne :** Et ben alors, tu fais 'Longueur d'un segment', 'Affichage', 'Longueur d'un segment'.	Affichage de la mesure de longueur : Choix d'une primitive.
		Dialogue 59	
C O/R*	M6.1 M6.2	**E :** Ça veut dire quoi cette phrase-là ? **Anne :** Tu mesures des segments, mets là [GJ], je me suis trompée, déjà mesure les segments, regarde comment est-ce qu'on fait, 'Créer, 'Affichage', 'Longueur d'un segment'.	Correction : l'erreur d'écriture sur la fiche de travail. Affichage de la mesure de longueur : choix d'une primitive.
		Dialogue 60	
C	M4	**E :** Comment faire madame, le point de concours ? **Anne :** Point d'intersection de deux droites, on a déjà fait tout à l'heure pour les hauteurs quand-même hein. **E :** On n'a pas fait ça hein. **Anne :** Si pour l'intersection des hauteurs, arrête. **E :** Ah bon ?	Création du point de concours : Choix d'une primitive.
		Dialogue 61	
O/R*	M6.2	**Anne :** Là je me suis trompée, c'est J hein, d'accord ? *(Les élèves entrent les données pour obtenir les longueurs des segments)* Attends, attends, on va faire des valeurs un peu plus facile à repérer, alors 2 secondes, [AG] et [GK], regardez une relation qui est entre les deux.	Correction : l'erreur écriture sur la fiche de travail. O/R : Guide : recherche de

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		E : *(Propos inaudibles)* ils devraient être de la même longueur, ils ne sont pas de la même longueur, non. **Anne :** [BG] et [GJ], y a pas une relation entre ça ? **E :** Ben si, c'est que ça, c'est … **Anne :** Ensuite, [CG] et [GI], y a pas une relation entre ça ? Regardez, ça se voit bien là sur [CG] et [GI]. Les deux valeurs ? **E :** c'est la moitié. **Anne :** Ben voilà, ou c'est le double, comme tu veux, dans le sens que tu veux, d'accord ?	propriété.
		Dialogue 62	
C	M6.1	**E :** Ah c'est pas ça. **Anne :** 'Nombre de décimales' tu mets un nombre, tu mets un chiffre ou deux après la virgule, d'accord ?	<u>Mesure de longueur :</u> Saisie de données : '2' nombre de décimales.
		Dialogue 63	
O/R*	M8	**Anne :** Oui ? **E :** J'ai pas trop compris la question là. **Anne :** Ben, tu passes à la suite. Souviens-toi d'une propriété qu'on a déjà vu en classe. Il y a beaucoup de droites, il faut pas se tromper d'accord ?	<u>O/R :</u> Incompréhension de la consigne.
		Dialogue 64	
C	B6.1	**E :** Pour nommer le cercle ? **Anne :** Petit c on appelle le cercle en générale, fais comme tu veux hein. *(Propos inaudibles).*	<u>Création du cercle :</u> Saisie de données : notation.
		Dialogue 65	
O/R*	M6.2 ~M6.1	**E :** C'est quoi là ? **Anne :** Ça se voit bien quand-même, tu avais 4 2, tu avais 2 4. **E :** Oui, c'est toujours au milieu. **Anne :** Ah bon ? **E :** Non, c'est vrai. *(inaudible)* Il y a toujours 2 4 au même endroit. **Anne :** Passe à la suite. Pour quoi tes valeurs sont comme ça ? AG GK… Il y a un problème ! **E :** Ben non … **Anne :** Si, il y a un problème. **E :** On a fait 'Créer', 'Affichage', 'Longueur d'un segment' **Anne :** Oui d'accord, mais, on te dit que [AG] est égal à [GK], ce qui n'est pas le cas sur ta figure, tu le vois sur ta figure que [AG] n'est pas égal à [GK], regarde ta figure. **E :** Ben, si, il est égal à [GK] **Anne :** Oui, mais *(inaudible)* c'est égal quand tu rates ta figure ? **E :** [AG] égal [GK], on va bosser là. **Anne :** C'est bizarre. Donc, il y a un problème, c'est bizarre. Barrez votre question, passez à autre chose. **E :** On la barre ? **Anne :** Attendez, là il y a un souci, *(à l'Observateur)* ça peut être lié à quoi ? **Observateur :** Ils ont suivi les étapes ?	<u>O/R :</u> Incident : valeurs incorrectes. (Origine du problème : définition de la partie décimale).

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		Anne : Ils ont suivi. Mais je vois pas pourquoi, ils ont bien fait 'Longueur d'un segment' et ça correspondait pas … Vous barrez la question et vous passez à la suite. *(à l'Observateur)* J'ai l'impression que leur machine, fin leur euh, ça mesure pas les mesures. Ils ont fait mesurer les segments et ça n'a pas donné les bonnes mesures. **Observateur :** Oui, oui, parce qu'avec Geoplan, il doit avoir un truc, à deux près, à trois près … **Anne :** Ah, oui, d'accord, d'accord, ça dépend des décimales, ils ont pris un arrondi, ce que moi je leur ai dit ailleurs de prendre 2 chiffres après la virgule, et eux ils ont pas pris, c'est vrai, j'ai pas pensé à ça. *(Aux élèves)* Vous recommencez vos mesures et vous mettez 2 chiffres après la virgule, d'accord ?	
O/R*	M6.2	**Dialogue 66** **E :** Madame, c'est quoi une conjecture ? **Anne :** Qu'est-ce que tu remarques.	O/R : difficulté lexicale/maths : conjecture.
O/R*	M6.2	**Dialogue 67** **Anne :** Oui ? **E :** Maintenant j'ai mis toutes les mesures nécessaires. **Anne :** Oui, on les met deux par deux comme je les ai mis, c'est pas par hasard hein. [AG] va avec [GK] … **E :** Je les ai mis. **Anne :** Alors ça se voit bien avec celles-là, déjà avec celle-là qu'est-ce que tu remarques entre l'une et l'autre, là c'est presque simple. **E :** Ben, elles sont égales, je dirais toutes les deux elles ont les mêmes chiffres, **Anne :** Ah bon? **E :** Ça fait 2 2 et 1 1. *(Remarque : 2 2 = 2,2)* **Anne :** Mais, c'est pas le cas ailleurs, mais qu'est-ce que tu peux remarquer ? S'il y avait des problèmes d'arrondi, on peut pas tout voir, mais là on voit bien. Comment tu passes de 1 1 à 2 2 ? **E :** Ben en multipliant par 2. **Anne :** Comment tu passes de 1 2 à 2 5 ? **E :** Multipliant par 2. **Anne :** Presque par 2, mais parce qu'il y a pas assez d'arrondi. Il faudra recommencer avec plusieurs chiffres après la virgule. Donc, qu'est-ce que tu constates, cette longueur-là par rapport à celle-là ? **E :** C'est la moitié de euh … **Anne :** Ecris-le.	O/R : - Guide : recherche de propriété.
O/R*	M6.2	**Dialogue 68** **Anne :** Comment ? Que les longueurs, ben regarde, [BG] par rapport à [GJ], [BG] c'est comment par rapport à [GJ] ? **Mélanie :** Ben, [BG] c'est la euh moitié de [GJ]. **Anne :** Non. Le contraire de la 'moitié' c'est ? Mélanie ? Alors je le dis à l'autre sens. [GJ] c'est quoi par rapport à [BG] ? Là, c'est la ? **Mélanie :** Moitié.	O/R : - Guide : recherche de propriété

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		Anne : Voilà. [GK] c'est quoi par rapport à [GA] ? **Mélanie :** Ah, c'est la moitié d'accord.	
		Dialogue 69	
C	B6.1	**Anne :** Alors réfléchissez, vous avez le temps maintenant, vous allez finir le reste. **E :** Mais non, mais non, mais non. Madame j'ai pas compris **Anne :** Alors, au moins, on va effacer ce cercle, on va effacer ce cercle d'accord ? *(Les élèves le suppriment)* Une fois que vous avez écrit ça **E :** ça veut dire que, I est le centre du cercle ? **Anne :** Oui, de rayon quoi ? **E :** [ID], [IE], [IF] **Anne :** Et ben voilà ! **E :** C'est pas ce qu'on a mis ? **Anne :** Je vous regards, I et le rayon **E :** On met tout ? **Anne :** Non, un seul. C'est pas la même chose, n'est-ce pas ? **E :** On avait fait ça quand-même. **Anne :** Et ben, il faut croire que non, bien.	Création du cercle : tracé erroné.
		Dialogue 70	
O/R*	M6.2 ~M6.1	**E :** Ils sont alignés mais ça fait rien d'autres. **Anne :** Tu n'as pas suivi la phrase jusqu'au bout, « en mesurant les longueurs des segments », je ne vois aucune mesure de longueur sur ton … **E :** Ben … **Anne :** Ben on va chercher, 'Créer', 'Affichage'…	O/R : incompréhension de la consigne à cause du non affichage de mesure de longueurs.
		Dialogue 71	
C	B2.1	**Anne :** Vous avancez ? Pourquoi vous avez autant de droites, qu'est-ce que vous avez fait là ? **E :** *(inaudible).* **Anne :** Mettez des couleurs, mettez des couleurs. Là je vous conseille de mettre des couleurs, sinon vous allez pas vous en sortir. Ici, par exemple, vous mettez des couleurs pour les trois bissectrices. **E :** Comment il faut faire pour mettre des couleurs ? **Anne :** Alors je vais te montrer, vas dans le panel de couleurs. **E :** C'est là ? **Anne :** Oui, et tu choisis la couleur que tu veux, tu touches la droite que tu veux. Cliques sur rouge, voilà, celle-là, celle-là, voilà et celle-là. Ça fait que les bissectrices sont d'une certaine couleur etc., d'accord ? Les perpendiculaires, il faut les mettre en une autre couleur, pour ne pas les confondre. **E :** En vert. **Anne :** Ben non, après, tu les traces d'abord. Fermez.	Aide technique : mettre des couleurs.
		Dialogue 72	
	FINI	**Anne :** Oui ? **E :** c'est fini. **Anne :** Ben vous relisez, vous prenez le temps de tout relire. *(Les élèves veulent rendre leur feuille)* Vous avez tout relu, vous êtes tout d'accord ? **Es :** Oui, oui.	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		E : On a à peu près mis la même chose. **Anne :** Attendez, d'abord on va fermer. **E :** On peut faire des jeux ? **Anne :** Non. **E :** Aller sur Internet ? **Anne :** Non. Il faut que je te surveille quand tu surfes sur Internet et là je n'ai pas le temps de te surveiller. Ce que je vais faire, je vais vous séparer avec euh, alors relisez vous.	
	?	**Dialogue 73** **E :** Comment on efface ce point là ? **Anne :** C'est bien ça, c'est ça. Comment vous avez nommé, attention hein.	Aide technique : effacer un point.
		Anne : *Vous êtes encore que là ? Tu as vu l'heure qui passe ? On accélère.	Avertissement sur le temps.
C	B5.1	**Dialogue 74** **E :** Madame, comment on mesure les segments ? **Anne :** Ben, comme tout à l'heure, 'Créer', 'Affichage', 'Longueur d'un segment' ! **E :** Ah oui.	Mesure de longueur : Choix d'une primitive.
		Anne : Alors Adèle mets-toi à côté, tu les aides au cas où, et toi, mets-toi avec Elena et Aurélie, tu les aides au cas où elles auraient besoin d'aide, d'accord ?	
D	M7	**Dialogue 75** **Anne :** On est en radian, attention, mettez-vous en degré. *(A l'Observateur) :* Je voulais voir s'ils avaient l'astuce pour passer à un triangle rectangle, ils l'ont. Ils ont mesuré l'angle.) Mettez zéro. **E :** A fait 90°.	D : Utilisation du Mesure d'angle (saisie de données : angle en degré, '0' nombre de décimales.
C	B4.2	**Dialogue 76** **E :** Madame, on s'est trompé de point, du coup le D il est mal mis, comment on fait pour l'annuler ? **Anne :** 'Divers', 'Supprimer' et là vous allez supprimer ici. D'accord.	Aide technique : supprimer un point.
	?	**Dialogue 77** **Anne :** Tu fais quoi là Florian ? **E :** Mais là j'essaie d'attraper la figure mais ben … **Anne :** Non, tu te mets en bas, clique droit, voilà.	Aide technique : déplacer la figure.
C	B6.1	**Dialogue 78** **Anne :** C'est quoi ce cercle ? Vous êtes sûrs que vous avez suivi les consignes ? *(Dialogue inaudible)*	Création du cercle : tracé erroné.
		(Sonnerie). Je vais passer de machine à machine pour éteindre, vous n'enregistrez pas la figure et vous n'éteignez pas les écrans s'il vous plait. Vous n'éteignez pas les écrans et vous remettez les chaises à leurs places ! Je ramasserai les feuilles tout à l'heure. *(FIN de la séance)*	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Réflexions de l'enseignante après la séance

Post-entretien

Anne : J'ai hésité de faire faire à eux l'activité, comme j'ai toujours fait. Mais souvent je le faisais en demi-group, là j'ai pas pu, parce que la salle était trop prise. La salle est tout le temps prise, il faut réserver tu sais, on est plusieurs profs aller dans la salle et quelques fois elle est tout le temps prise, surtout en technologie et donc je préfère en demi-group.

Observateur : Mais la dernière fois c'était une seule séance pour deux groupes…

Anne : Oui j'avais fait moitié moitié, mais là c'était long, ils ont même pas fini, donc je pouvais pas faire ça. Normalement 4e, je dédouble ma classe, et là avec le pont, les vacances et tout ça tombait mal, peu importe. Du coup, j'ai hésité à leur faire eux l'activité comme ils l'ont faite ou à la faire ensemble en classe, au moins je projetais au tableau. Tu vois, c'était moi qui allais manipuler. Mais comme c'est une classe qui est assez faible, ils ont un peu plus de mathématiques, de français, d'anglais. C'est une classe un petit peu, on va dire de soutien, sans vraiment que ça soit du soutien, je voulais quand-même les faire manipuler, parce que pour eux c'est ludique quand on manipule. Et j'avais peur qu'ils ne sachent plus comment faire, ça fait depuis un trimestre qu'on n'a pas du tout vu Geoplan et finalement ils s'en sont bien sortis. Ils arrivaient quand-même bien retrouver dans le, à part quelques petites choses comme longueur d'un segment et tout, ils arrivaient à se retrouver dedans. Donc ça, j'étais assez contente de tout ça. Maintenant il y a des élèves qui sont allés jusqu'à la bissectrice, d'autres qui s'arrêtent et comme toujours à chaque fois qu'il y a une conclusion à donner ils ont du mal. « Que pouvez-vous en déduire ? Que remarquez-vous ? », dés qu'il faut constater ils constatent, mais après la déduction de ce qu'ils ont constaté, ça ils ont vraiment du mal et pourtant ils sont en 4e, ils sont plus en 5e quoi.

Observateur : Tu penses que c'est lié à un problème mathématique ou langage ?

Anne : C'est lié, euh, quand on utilise des logiciels, j'sais pas avec les profs de technologie c'est la même chose avec eux. Quand ils font Excel par exemple, ils leur montrent que la cellule ça bouge, il y en a où il y a des formules et les élèves ont du mal à voir, ils ont du mal à faire la relation entre le fait qu'il y a une cellule bouge et que le nombre bouge, ils voient pas, ils disent juste « je ne vois rien, je n'observe rien ». Je pense qu'ils ont du mal, la difficulté c'est le passage mathématique ou bien sinon connaissance ou valeur numérique ou peu importe avec le logiciel, « je le vois, c'est très bien, je le vois, mais c'est tout, je peux rien en déduire » . Ils ont pas encore fait ce cheminement, je pense que c'est parce qu'ils ne sont pas habitués, j'espère. Parce que c'est ce que les profs de techno me disaient avec Excel, c'était la même chose pour eux quoi.

Observateur : Et la dernière fois qu'est-ce qu'ils avaient fait sur Geoplan ?

Anne : C'était juste une initiation, comment utiliser Geoplan. Sinon, cette classe-là va en informatique, mais pour faire des exercices en TD. Comme j'ai une demi-heure de plus avec eux en mathématiques par rapport au 4e normal, quelques fois je les emmène par exemple sur Thalès, sur les droites des milieux, je les emmène faire des exercices il y a un logiciel qui s'appelle 'Pour apprendre à démontrer' et je les emmène, mais il y'en a qui n'aiment pas, donc ils sont au milieu, ceux qui n'aiment pas font du travail papier et ceux qui, à qui s'intéressent ils vont sur ordinateur pour le faire. Mais c'est pas facile, parce qu'il faut qu'ils choisissent des hypothèses dans une série d'hypothèses, il faut qu'ils choisissent des propriétés dans une série de propriétés et c'est pas si facile que ça en fait. Mais ça les oblige à être logique dans leur hypothèse et dans leurs propriétés qu'ils utilisent. Voilà.

Mail 1 :

La nomination de la classe : 4eA

Le niveau de la classe : il s'agit d'une classe un peu particulière car elle a 0,5h de plus que les autres 4e en math (idem pour le français et l'anglais). On leur fait le cours comme dans une 4e normale mais comme les élèves ont plus de mal, on leur laisse un peu plus de temps pour assimiler et comprendre.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Le nombre d'élève : 23 (c'est une classe à effectif allégé de part sa particularité de façon à être plus attentif à chacun).

Mail 2 (longtemps après la séance) :

J'avais deux 5e, une 4e et demie (je faisais la partie géométrie et un collègue la partie numérique) et je faisais un Itinéraire de découverte au niveau 5e.

J'ai fait des séances informatiques avec la 4eA, comme je le fais en général en 4e lorsque la salle est libre. J'aurais aussi pu faire des séances en 5e mais nous n'avons qu'une salle informatique pour tout le collège, il faut la réserver à l'avance et il n'est pas évident de programmer un mois à l'avance que l'on va faire telle ou telle activité tel jour. On peut le faire ponctuellement pour une classe ou deux (quitte à décaler la progression du cours) mais on ne peut pas le faire systématiquement.

De plus, comme je te l'ai déjà dit, la classe de 4eA est un peu spéciale, et je pensais que cela leur apportait un plus. C'était sûrement un bon départ pour le cours pour eux, ils étaient d'office impliqués.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

d) Tableaux récapitulatifs des interventions

Légende : les cases grises contiennent les références des dialogues.

	Nombre d'intervention (NI) →			**15**					**15**				**35**		**2**	**NI ↓**
C (67)	Objets →			Lignes					Points				Mesures			
				Tr.	H	M	B	Cer	H	G	I	I-J-K, D-E-F	MA	ML	?	
	Saisie de données (34)	Notation	Casse/dénomination		5-6			64				33-46				**5**
		Technique	Espace entre segment	2												**1**
			Fonction 'bis'		5-7-8							33		45-48	36	**7**
		Choix d'option	Affichage en degré										16-19-21-24-28-75			**6**
			Nombre de décimales « 0 pour MA, 2 pour ML »										16-21-24-26-28-75	27-45-48-56-62		**11**
		Saisie dans les cases (tracé erroné/correction)				43		69-78	17							**4**
	Choix d'une primitive (24)			3	6				9-13-16-17-20-23-54	55		33-35-49-	16-19-21-24	27-45-56-58-59-74	39	**24**
	Astuce : mettre de couleurs (2)				6		71									**2**
	Hors catégorie (7)	Correction de l'erreur d'écriture sur la fiche de travail												31-50-51-52-59-61		**6**
		Il faut tracer les 3 hauteurs			7											**1**

D (5)	Incompréhension de la consigne/guidage	1-14-18-19-75	**5**
O/R I (13)	Incompréhension de la consigne/correction	4-8-29-30-32-40-41-43-55	**9**
	Difficulté d'expression	7-10-11-15	**4**
O/R II (22)	Difficulté lexicale/Incompréhension	12-25-30-37-63 Conjecture : 27-44-45-47-50-51-53-66	**13**
	Avertissement (remplir la feuille)	25-29-32	**3**
	Guide/ correction d'incident	38-57-61-65-67-68	**6**

Intervention collective (1)	Illustration avec vidéo-projecteur	4	**1**
Aide technique (10)	Déplacement de la figure	9-22-38-77	**4**
	Gestion du fichier informatique	3-34-34	**3**
	Mettre des couleurs	71	**1**
	Effacer un point	73-76	**2**
Avertissement sur le temps (8)		5-6-28-29-30-42-avant 23 et 74	**8**

:

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

5.4. La séance Brune-6-I : « droites perpendiculaires »

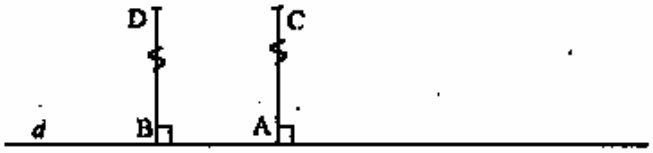
a) Fiche de travail (une demi-feuille A4)

ACTIVITES GEOMETRIQUES

1. a) Tracer une droite. La nommer *d*.
b) Placer deux points A et B en dehors de la droite *d*. Nommer ces points.
c) Tracer la droite passant par les points A et B.
d) Construire le point d'intersection de la droites (AB) et de la droite d. (Point sur deux objets). Le nommer H.
e) Déplacer le point A. Le point H est-il toujours visible à l'écran ?…… Existe-t-il toujours ?……

2. a) Tracer une droite *d* .
b) Placer un oint A sur la droite d. (Point sur un objet).
c) Placer un point B en dehors de la droite *d*.
d) Construire la droite passant par A et perpendiculaire à la droite d. Nommer cette droite d_1.
e) Construire la droite perpendiculaire à la droite d, passant par B. Nommer cette droite d_2.
f) Déplacer le point A. La droite d_1 se déplace-t-elle ? …..Comment ?……..
g) Déplacer la droite *d*. Que deviennent les droites d_1 et d_2 ?……

3. Construire la figure ci-dessous telle que AB = 4,6 cm et AC = 5 cm.



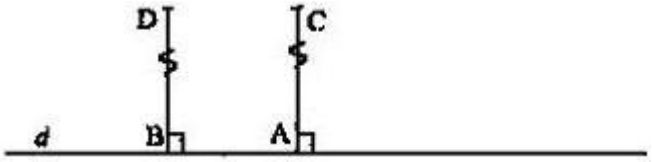
a) Peut-on déplacer le point D ?……
b) Peut-on déplacer le point A ?…… Que se passe-t-il ?……
c) Peut-on déplacer le point B ?…… Que se passe-t-il ?……
d) Peut-on déplacer la droite (AB) ? …… Que se passe-t-il ? ……

4. Faire le n° 15 p. 85
a) Déplacer la droite (AB). Que se passe-t-il ?……
b) Y a-t-il des points que l'on ne peut pas déplacer ? …… Lesquels ?……

5. Faire le n° 16 p. 85
a) Déplacer le segment [BC]. Que se passe-t-il ?……
b) Peut-on déplacer le segment [AB] ? …… Que se passe-t-il ?……
c) Quelles sont les droites parallèles de la figure ? les dessiner d'une même couleur.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

b) Découpage des parties 1, 2, 3, 4, 5 en étapes et sous-étapes

1	*(1a.1)* Tracer une droite. *(1a.2)* La nommer *d*. *(1b.1)* Placer deux points A et B en dehors de la droite *d*. *(1b.2)* Nommer ces points. *(1c)* Tracer la droite passant par les points A et B. *(1d.1)* Construire le point d'intersection de la droite (AB) et de la droite d. (Point sur deux objets). *(1d.2)* Le nommer H. *(1e.1)* Déplacer le point A. *(1e.2)* Le point H est-il toujours visible à l'écran ?….. *(1e.3)* Existe-t-il toujours ?…….
2	*(2a)* Tracer une droite *d*. *(2b)* Placer un point A sur la droite d. (Point sur un objet) *(2c)* Placer un point B en dehors de la droite *d*. *(2d.1)* Construire la droite passant par A et perpendiculaire à la droite d. *(2d.2)* Nommer cette droite d_1. *(2e.1)* Construire la droite perpendiculaire à la droite d, passant par B. *(2e.2)* Nommer cette droite d_2. *(2f.1)* Déplacer le point A. *(2f.2)* La droite d_1 se déplace-t-elle ?..... *(2f.3)* Comment ?..... *(2g.1)* Déplacer la droite d. *(2g.2)* Que deviennent les droites d_1 *et* d_2 *?*.....
3	*3.* Construire la figure ci-dessous telle que AB = 4,6 cm et AC = 5 cm.  *(3a)* Peut-on déplacer le point D ?..... *(3b.1)* Peut-on déplacer le point A ?..... *(3b.2)* Que se passe-t-il ?..... *(3c.1)* Peut-on déplacer le point B ?..... *(3c.2)* Que se passe-t-il ?..... *(3d.1)* Peut-on déplacer la droite (AB) ?..... *(3d.2)* Que se passe-t-il ?.....
4	*4.* Faire le n°15 p.85 *(4a.1)* Déplacer la droite (AB). *(4a.2)* Que se passe-t-il ? ……. *(4b.1)* Y a-t-il des points que l'on ne peut pas déplacer ? ……. *(4b.2)* Lesquels ?.....
5	*5.* Faire le n°16 p.85 *(5a.1)* Déplacer le segment [BC]. *(5a.2)* Que se passe-t-il ?..... *(5b.1)* Peut-on déplacer le segment [AB] ?..... *(5b.2)* Que se passe-t-il ?..... *(5c.1)* Quelles sont les droites parallèles de la figure ?..... *(5c.2)* les dessiner d'une même couleur.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

c) Protocole avec entretien

Déroulement prévu de la séance

Outil informatique: Dans une salle informatique, un ordinateur relié à un vidéo-projecteur à l'usage de l'enseignante, 15 ordinateurs disposés dans la salle en forme de U, autour des tables. Le logiciel utilisé est Cabri-géomètre, le fichier d'écran est vierge.

Thème géométrique et objectif : Pour un premier contact des élèves avec les ordinateurs en salle, un travail sur les perpendiculaires sera proposé. Les élèves ont déjà fait un travail sur la construction des perpendiculaires à main levée. Une feuille d'activité sera distribuée aux élèves afin qu'ils les réalisent sur ordinateur.

Un ordinateur par élève est envisagé (13 élèves).

Déroulement effectif de la séance (réalisée le 13/01/03)

Légende :

CHR : chronologie	**TT** : type de tâche	**E** : étape/sous-étape.
C : TT création	**D** : TT déplacement	**O/R** : TT observation/rédaction

Note : Transcription partielle à cause d'une interruption accidentelle de l'enregistrement audio. Il s'agit du magnétophone porté par l'enseignante. Un autre magnétophone disposé sur la table au milieu de la salle ne nous a permis d'obtenir que les données ci-dessous, à cause d'une mauvaise qualité d'enregistrement.

CHR		Installation et consignes	Commentaire
00'00 00'13 00'28 00'52 01'32 02'10 03'10 03'32 03'53		**Brune :** Alors maintenant, vous allez sortir de votre cartable du papier brouillon. *(Interruption du discours, car l'enseignante a accidentellement cliqué sur le bouton d'arrêt du magnétophone qu'elle portait dans sa poche)* Donc ce que nous allons faire, donc je vais vous faire faire sur les ordinateurs qui sont déjà allumés, normalement il y'en a un pour chacun, je crois que celui-ci Nathalie n'est pas allumé, donc celui-ci est réellement en panne, donc personne n'y touche et celui-ci le tout premier non plus, tous les autres sont en état de marche. Donc, ce que vous allez avoir à faire, on va pas faire n'importe quoi. Je vais le faire en même temps que vous sur le mur, pour que vous soyez pas trop perdus. C'est-à-dire que là, avec le vidéo-projecteur je vais faire les mêmes manipulations que vous sur votre ordinateur. Mais je vais vous distribuer une feuille qui va vous indiquer ce qui est à faire. Sur cette feuille vous allez trouver des exercices qui vous disent « tracez la droite », « tracez la perpendiculaire », « tracez le segment », etc. que j'ai montré déjà l'autre jour à l'écran, sauf que cette fois-ci c'est vous qui allez le faire et en plus je pose des questions. C'est-à-dire que je vous demande « déplacez le point B », « déplacez la droite petit d », « que se passe-t-il quand vous déplacez ? » et bien entendu vous n'aurez pas la place sur la feuille que je viens de distribuer pour répondre à ces questions, donc vous répondrez sur votre feuille de papier qui est là, on est d'accord ? Est-ce que vous comprenez ce qui est à faire ? *(à l'Observateur : Ici il y a toujours le même problème, voilà)*. Alors je vais distribuer une feuille pour deux du travail à	Consignes, informations sur le déroulement prévu de la séance.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

		faire *(Il ne s'agit pas d'un travail à deux, la feuille d'exercices est imprimée en petit format, soit deux pages sur une feuille A4)*. Pendant ce temps vous allez rejoindre les ordinateurs et il suffit d'allumer l'écran.	
		E : Ici ?	Disposition des élèves devant les ordinateurs.
04'30		**Brune :** Voilà. *(L'enseignante aide les élèves à se placer et à allumer leur écran.)*	
05'26		**Brune :** Bien, donc, maintenant il faut que dans les programmes vous trouviez, -*appuis sur une touche-, *(aide auprès des élèves)*, -*t'as plus de souris ?- Donc, il faudrait que dans les programmes 'Démarrer', programme 'Démarrer' on est d'accord ? Programme 'Démarrer', vous allez chercher 'Programmes', à partir de 'Démarrer' vous allez chercher 'Programmes', dans 'Programmes' vous allez chercher 'Enseignement'.	Démarrage du logiciel Cabri-géomètre.
05'54		**E :** Madame, c'est marqué 'Démarrage'.	Aide aux élèves.
06'00		**Brune :** Non, 'Enseignement', voilà. 'Enseignement',	
06'12		'Enseignement Mathématiques', 'Cabri-géomètre', voilà. *([1'47] Aide aux élèves, quelques élèves placés en binôme à cause des problèmes techniques : non visualisation du logiciel, non fonctionnement de la souris. Problème de visualisation de Cabri-géomètre avec le vidéo-projecteur)*. Ensuite, je vais	Problème de visualisation avec le vidéo-projecteur.
07'59			
08'07		essayer de retrouver les feuilles, parce que moi, cette-fois sur le réseau je l'ai pas. Donc, vous prenez une feuille pour deux, d'accord Marine, tu partages avec Jean-Baptiste. D'accord, en suite,… Allez Christophe tu partages en deux, vous partagez en deux, vous partagez tous les deux, Kévine tu partages avec Anne, Yacine, vous partagez, tu partages avec moi, voilà.	Distribution des fiches de travail.

CHRTT	**E**	**Intervention collective pour la réalisation des tâches**	**Commentaire**
09'28		**E :** C'est des exercices madame ?	
09'30		**Brune :** Oui.	
09'50		**Brune :** Donc, ce que je voudrais que vous fassiez, ce que je voudrais que vous fassiez avec la souris déjà, ce que vous alliez voir. *(Non fonctionnement de la souris d'un élève)* *Oui mais ça	La souris d'un élève en panne.
10'13		marche pas, tu vas aller avec Pierre. Bon, relisez, lisez le premier exercice. *[06'']* Quel est le premier exercice ?	
10'29		**E :** Je sais, tracer une droite. Tracer une droite, nommer d.	<u>Création de la droite :</u>
10'36		**Brune :** La nommer petit d. Alors avec quelle icône où allez-	choix d'une primitive.
C	1a.1	vous pointer votre flèche pour tracer la droite ?	
		E : Avec la deuxième. La deuxième case !	
10'56		**Brune :** Et après, la deuxième case, comment tu fais pour la	<u>Création du nom :</u>
C	1a.2	nommer ? *[04'']* Quelle case, quelle icône allez-vous chercher pour la nommer ?	choix d'une primitive.
		E : Où il y a 'AI' *(icône* *).*	
		Brune : Elle est où ?	
		E : A côté du soleil *(* *)*	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

11'15 12'58 13'06 13'07		**Brune :** Voilà, à côté du soleil, pour la nommer. *([1'13] Réalisations de tracés par les élèves, l'enseignante rejoint les élèves en cas de difficulté ou sollicitation).* Pour effacer, il faut que vous alliez sur l'icône blanche ( ) tout à gauche de la flèche. **E :** La flèche bleue ? ( ) **Brune :** La flèche bleue, d'accord ? Et après sélectionnez, vous allez sur ce que vous voulez effacer. Tu veux faire quoi, tu veux effacer ? Tu vas sur Edition, Effacer. *(L'enseignante est sollicitée par des élèves pour une aide).*	<u>Aide technique :</u> Effacer un objet (choix d'une primitive)

CHRTT	E	Dialogue	Objet du dialogue
[…]		*(Très mauvais enregistrement d'une grande partie de la séance, certaines informations sont inaudibles, l'enseignante est beaucoup sollicitée par des élèves, aides, illustrations et explications pour des tracés…)*	
		Dialogue 1	
C	1a.2	**E1 :** Mets le point ! *(Ils veulent nommer la droite d)* **E2 :** Quel objet ! *(Difficulté à nommer la droite d, message d'ambiguïté du logiciel non compris par ce binôme.)* **E :** On comprend rien, on a un problème. **Brune :** « Tracer une droite. La nommer petit d », où est votre petit d ? Parce que « nommer » c'est avec cette icône, 'Nommer', vous êtes bien dans la propriété 'Nommer', voilà, 'Nommer', mais elle est où la droite d ? « Quel objet ? » *(lecture du message d'ambiguïté)*, alors quel objet, qu'est-ce que vous voulez nommer ? Apparemment vous avez deux droites. Vous effacez, parce que vous avez deux droites, *(effacement par l'enseignante)* voilà.	<u>Création du nom :</u> Message d'ambiguïté (présence de plusieurs droites au même endroit)
[…]			
29'27		**Dialogue 2**	
C 29'46	1d.1	**E :** Madame, ça veut dire quoi l'intersection ? **Brune :** Là, où ça se croise et le point ce que vous voulez c'est ici que…, appuis longtemps, tu vois, en troisième ligne, t'as lu ? Non, lis les trois lignes ! *(Les 3 primitives du menu « Points »)*	<u>Création du point d'intersection :</u> Choix d'une primitive. <u>Difficulté lexicale :</u> « intersection »
[…]			
34'10		**Dialogue 3**	
D O/R	1e.1 1e.2 1e.3	**E :** *(Question inaudible) ?* **Brune :** Ensuite de quoi, le point H est enfin à l'intersection des deux droites, et est-il toujours visible à l'écran quand vous déplacez le point A. Vous avez déplacé le point A ? Oui. Oui, maintenant déplace le point A, le point, le point, pas le nom, voilà, maintenant déplace, dans toutes les directions, voilà, encore, est-ce que le point H existe toujours ? **E :** Oui.	Déplacement du point A Observation des résultats

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

35'09 35'35 35'39 35'45 35'52 […]		**Brune :** A moins qu'on puisse dire, ce que le point A n'a pas beaucoup voyagé sur votre écran. Ben, échangez vos places, il a le droit aussi à la souris. Attrape le point pas le nom, voilà, et déplace le point A, est-ce que le point H est toujours visible à l'écran ? **E :** Non. Est-ce qu'il existe toujours ? **E :** Oui. **Brune :** Tu as vu que je posais des questions sur la feuille d'exercice ? Elle est où ta feuille d'exercice ? **E :** Elle est là. **Brune :** Bon, alors tu y à répondu ? Tu as vu que je posais des questions ? Quelles sont des réponses à ces questions?	Avertissement (remplir la feuille)
38'16 O/R 38'26 […]	2f.3	**Dialogue 4** **Brune :** Qu'est-ce qui se passe ? **E :** Tout bouge. **Brune :** Tout bouge. Tout bouge mais comment ? Les perpendiculaires restent perpendiculaires, donc elles ne bougent pas n'importe comment. Voilà.	<u>Observation des résultats :</u> Incompréhension de la consigne
50'36 C 50'45 50'55 51'25 51'42	3	**Dialogue 5** **Brune :** Qu'est-ce que tu veux faire ? Sais-tu ce que tu veux faire ? **E :** Ben, pour la longueur entre AB. **Brune :** Il faut quelle longueur ? Mais est-ce que tu as un point A et est-ce que tu as un point B ? **E :** Ben, là je vais… **Brune :** Bon, parce que si tu n'as ni point A, ni point B, je vois mal, comment tu peux parler de la distance entre A et B. Bon, maintenant, qu'est-ce que tu veux ? Déplacer ? Bon, ben vas-y déplace-le, et que faut-il ? **E :** Il faut euh… 4,6 ! **Brune :** Alors mesure déjà, alors 'Distance' voilà, 'de ce point', 'à ce point', bien, donc qu'est-ce que tu vas faire, là, voilà, tu vas attraper le point et tu vas, ben voilà.	<u>Création de la mesure :</u> Ordre de création (segment→longueur). Technique de création.
51'57 C 52'33 53'04 53'06	3	**Dialogue 6** **E1 :** Quatre virgule zéro six… **Brune :** Quatre virgule six, c'est pas quatre virgule zéro six ! **E2 :** Ah oui, mens ! **E1 :** Où tu vas, 4,6 ! **E2 :** Ben… **E1 :** 60, t'es à 4,60 là. C'est la même chose alors. Voilà. **E :** Madame on en fera quoi de la feuille ? **Brune :** La feuille que je vous ai distribuée pour les exercices ? Vous allez la garder parce qu'on y reviendra une autre fois. **E :** Madame, on enregistre en fait ? **Brune :** Non, non. Parce que nous reviendrons pour y faire tout autre chose.	<u>Création de la mesure :</u> Décimalisation.
		Dialogue 7	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

53'19	4	**E :** … *(inaudible)* On n'a rien compris. **Brune :** Quoi, le numéro 15 ? **E :** 5, euh 4. **Brune :** Oui, mais le numéro 15 de la page 85, je te signale que normalement tu l'as fait sur ton cahier il y a très longtemps, sauf que c'était un jour où tu n'avais pas fait ton travail.	Reproduction de la figure : Difficulté de compréhension.
53'30 54'09		**E (un autre) :** Madame, c'est bien dur de faire… **Brune :** Alors pour arrêter tout, vous m'entendez ? Pour arrêter tout, non n'enregistrez pas, parce qu'en plus de ça il faut que je fasse réparer certains ordinateurs. Vous allez dans 'Fichier', vous faites 'Quitter', vous n'enregistrez rien, non, et vous quittez tout le programme, mais vous n'arrêtez pas l'ordinateur, non, non, n'enregistrez pas !	

Réflexions de l'enseignante après la séance [10'39]

Réflexions après la séance	Contenu
Mon objectif, c'était tout simplement un premier contact avec le logiciel Cabri, si tu veux, l'initiation au logiciel Cabri, pour qu'ils prennent conscience, ben justement ce qu'on a pu voir avec les élèves, ceux qui s'étaient trompés de la différence entre l'environnement papier et l'environnement informatique, avec ceux qui se sont trompés sur les constructions perpendiculaires, tu vois, bon.	Objectifs informatiques Difficultés conceptuelles
En suite de quoi, ce que je voulais c'était qu'ils connaissent quand-même quelques fonctionnalités de Cabri, à savoir, t'as bien repéré, la droite qui passait par deux points, ça ne se fait pas à l'écran, fin, sur ordinateur dans les conditions où ça se fait sur le papier. C'est-à-dire qu'ils ont vraiment, ça se voyait très bien, ils ont complètement transposé leur technique papier-crayon, à savoir « j'ai mon papier, j'ai ma souris, mon pointeur, sur le point je trace » ils se sont pas aperçus que ce n'était pas les critères de traçage ou les critères de construction de logiciel si tu veux.	Objectifs informatiques Difficultés conceptuelles
Alors il est certain que les exercices que moi j'avais imaginés, en fait étaient trop compliqués. J'avais imaginé que je pourrai les guider, ça les aurait sûrement aidé si je l'avais fait à l'écran avec eux. Mais en même temps, tu as bien vu que quel que soit l'objectif que j'avais, il a fallu donc déjà déplacer trois élèves parce que les ordinateurs étaient en panne, y'en a un autre qui était là-bas qui est un hyper nerveux, hyper actif, qui avait une souris qui marchait très mal, donc rien que tout ça, ça m'énerve.	Exercices compliqués Problèmes de matériels
Mais, il n'empêche que je reviendrai quand-même si tu veux avec eux, on reviendra une autre fois, parce que je crois que ça leur permet d'accéder à la géométrie par une autre entrée et que j'ai constaté que mon hyper nerveux, s'il n'avait pas eu ce problème de souris, il aurait réagi de façon complètement différente de ce qu'il fait d'habitude au papier-crayon, parce que c'est toujours très sale très violent, très approximatif et mal dessiné, qu'en là il était heureux d'avoir des jolis dessins sur son écran.	Observations liées aux particularités des élèves difficiles
De la même façon une autre des élèves a dit à sa copine et ça je l'ai intercepté « c'est bien quand on est deux », mais ça c'est une donné qui m'avait complètement échappé une autre fois où j'étais venue avec une sixième beaucoup plus habile, parce qu'être deux c'était systématiquement	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

faire l'imbécile, alors que là, pas du tout, ils ont vraiment cherché à s'aider.	
Donc une autre fois, je les mettrai certainement d'autorité par deux, en choisissant les paires de façon à ce qu'ils s'aident réellement les un les autres. Parce que sur le premier groupe de garçon qui était là, y'en a un des deux qui sait pas lire du tout, il sait pas lire. Euh, il ne peut rien faire si tu veux tout seul, c'est sûr, quoi que la mère m'ait dit vendredi à la réunion parents d'élèves « l'ordinateur il aime beaucoup ça, il est très habile, etc. », moi je savais pertinemment que sur un logiciel avec les contraints qui sont liés au logiciel il ferait rien, parce que la différence entre 'Point', 'Point sur un objet' et 'Point sur deux objets' lui il n'en avait vu que point partout, il n'avait rien lu du tout des trois lignes de possibilités. Donc, ces élèves-là ont vraiment besoin d'être deux pour se débrouiller.	
Mais Cyril, en revanche, qui était au coin là-bas, il a tout fait tout seul, il était très à l'aise. Donc, maintenant que j'ai vu leurs premières réactions, les deux qui étaient dans le coin et qui étaient tout seuls, j'aurais dû les mettre ensemble par exemple. Ils arrivaient à communiquer d'un ordinateur sur l'autre, donc ça faisait un groupe de quatre qui a bien fonctionné.	
Mais eux là-bas ils étaient perdus. Et comme ils sont pas du tout copains avec ceux qui étaient là, ils ne se sont pas parlés du tout. Mais oui, parce qu'après il y a des problèmes de relation et d'infinité les uns avec les autres, parce que dans cette classe il n'y a que quatre filles, même pas, trois filles. Oui elles sont trois filles, tout le reste ils sont que des garçons. Et comme certains garçons sont très violents, il faut quand-même que je fasse très attention.	
Et ce qu'il fait que dans une classe comme ça, tu te retrouves avec tes objectifs peut-être, des objectifs mathématiques, pédagogiques, voir didactiques, mais qui sont avant tout sociaux et personnels. Parce que l'élève qui m'inquiétait le plus, c'était celui qui se trouvait tout seul avec sa souris qui marchait mal. Parce que je craignais qu'il fasse absolument n'importe quoi, et en fait non.	
Donc, ce que je voulais c'était simplement les voir agir et réagir sur le logiciel Cabri si tu veux. Alors la question que je me pose c'est de savoir si le logiciel par exemple, 'l'Atelier de géométrie' avec des icônes qui sont plus précises et qui sont plus proches des outils de l'environnement papier, est-ce que un logiciel comme celui-là, ne serait pas plus facile d'accès à ces élèves qui savent si mal lire, c'est possible. Donc, peut-être, ça sera peut-être intéressant pour toi de voir ce que donnerait une séance similaire sur l'Atelier de géométrie. On peut faire ça. Un autre jour, enfin dans les semaines qui viennent là, on pourrait faire ça, parce que peut-être qu'ils réagiront différemment.	Objectifs informatiques Comparaison à d'autres logiciels
Et je suis convaincue aussi que si je le leur présente au vidéo-projecteur dans la salle 108 -alors pour quoi ici ça n'a pas marché j'en sais rien- donc si je leur présent au vidéo-projecteur l'autre logiciel, ils y seront plus attentifs et plus sensibles parce qu'ils seront que deux jours après ils viendront ici utiliser le même outil. Parce qu'il est quand-même évident que pour ces élèves-là, si tu veux, j'ai essayé de faire en sorte que la découverte soit très guidée, mais elle ne l'était pas encore assez parce qu'ils n'ont aucune autonomie ou à peu près.	Gestion de la classe
Si tu veux, on pourrait essayer par exemple de le faire, mais il faut	Précautions concernant

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

absolument que je vérifie que l'état de tous les ordinateurs et comprendre pourquoi certains ne marchent pas. Sur une classe de 30 avec 15 au milieu et 15 en individuel sur les postes, ça ne se passera pas du tout comme ça s'est passé avec cette classe-là, ça c'est sûr, c'est complètement sûr. Tu as bien vu, par exemple Cyril qui était le plus habile, mais quand je fais bouger, qu'est-ce qui se passe, il se passe rien, il se passe rien, c'est-à-dire que même pour lui le fait que les droites restent perpendiculaires comme il l'a prescrit ça n'est même pas source d'étonnement et à l'inverse les deux-là qui avaient des droites perpendiculaires, quand l'une était bien horizontale et l'autre bien verticale dans l'écran, tu bouges l'une des deux droites, donc l'autre ne bouge pas, ben si ça bouge il se passe rien non plus.	le matériel informatique Une gestion de classe différente Difficultés des élèves pour les tâches d'observation
Donc si tu veux bien, on a bien des élèves qui n'ont aucun recul par rapport à leurs apprentissages finalement. Donc, utiliser un logiciel, c'est pas euh, c'est beaucoup de temps pour ces élèves-là. En fait, si tu veux, l'apprentissage du logiciel en lui-même ça va être beaucoup de temps.	Nécessité d'un apprentissage à long terme du logiciel
On en discutera mercredi avec eux, ça c'est sûr, c'est pas forcement du temps perdu, mais moi j'ai sûrement pas la technique qui convient pour être plus efficace, ça c'est sûr. C'est ce que je pense hein, et puis bon, tous ces problèmes d'intendance, t'arrives il y a quinze postes, y'en a déjà douze qui marchent, après il y'en a plus que neuf, bon, pouf, ça finit par être gaspillé. Et surtout que dans le même temps je ne sais pas pourquoi ils sont en panne et je ne sais pas les réparer, donc, pourquoi là il y a un problème d'accès, pourquoi là j'ai pas eu accès à Cabri, j'en sais rien, alors que dans la salle 108 je l'ai. Et que d'après les explications de *Bernard* *(responsable informatique du collège)* ça devrait marcher, ben non, ça n'a pas marché, ça fait partie de ces choses qui m'énervent quoi. Parce qu'en fait on a un réseau, mais je crois que c'est que *Bernard* qui sait utiliser le réseau, d'ailleurs personne ne vient dans cette salle, il faut pas rêver, elle est vide, elle n'est jamais occupée.	Défauts déclarés : Compétences non suffisantes à gérer l'informatique et une séance informatique Problèmes de matériels et de leur maintenance
C'est dommage, oui et non, parce qu'en fait la maintenance est telle que ça décourage tout le monde. Parce que *Bernard* utilise beaucoup l'autre salle à côté qu'on peut aller visiter, donc là il a des postes qui sont en très bon état et qu'il a maintenus, *(on visite la salle)* tu vois c'est des postes qui sont beaucoup plus, c'est un matériel qui est beaucoup plus récent, beaucoup plus performant et qui est en parfait état de marche, parce qu'il a cours ici tout le temps, la salle n'est pas chauffée, comme ça, les postes sont maintenus en bon état et tout, apparemment, tandis qu'ici c'est chauffé quand-même, donc... Donc, ça fait partie de ces choses qui font que même s'il y a un matériel extraordinaire, ben ça c'est un peu de la poudre aux yeux. Voilà.	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

5.5. La séance Bernard-4-I : « droites remarquables d'un triangle »

a) Fiche de travail (une demi-feuille A4)

Cours chapitre 11) MATHS 4ème

Droites remarquables du triangle

Points de concours

- Le point de concours des _____ s'appelle le **centre de gravité** du triangle et celui des _____ s'appelle l'**orthocentre.**
- Les _____ des angles d'un triangle sont des **axes de symétries** de ces angles donc elles se coupent en un point **équidistant des côtés** qui est le **centre du cercle inscrit** dans le triangle (les côtés du triangle sont tangents à ce cercle).
- Les _____ des côtés d'un triangle se coupent en un point **équidistant des sommets,** c'est le **centre du cercle circonscrit** au triangle.
- Les propriétés de ce chapitre se rédigent "*Dans tout triangle, les ... sont concourantes*" et chacune a **plusieurs conséquences** que l'on exprime sous la forme "*Si ... alors ...*" suivant la situation. Ainsi lorsque l'on connaît le point de concours de deux de ces droites, on peut en déduire que la troisième passe par ce point. Ou encore, par exemple, "*Si un point se trouve _____ d'une médiane à partir du sommet alors c'est le centre de gravité*" etc...

Triangles particuliers

- Dans un triangle *ABC isocèle en A*, la **médiane**, la **hauteur**, la **bissectrice** issue de A et la **médiatrice** de la base **[BC]** sont *confondues*. Réciproquement, *si deux de ces droites sont _____ alors le triangle est isocèle* (ne pas oublier de préciser en quel sommet). La **médiane** et la **médiatrice** ne sont confondues que dans ce cas là !
- *Le triangle équilatéral* est le seul triangle ayant **trois axes de symétries,** qui sont à la fois médianes, hauteurs, médiatrices et bissectrices.

_____

à placer : **au deux tiers - bissectrices - confondues - hauteurs - médianes - médiatrices**

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

b) Protocole avec entretien

Déroulement prévu de la séance

Outil informatique: Dans une salle informatique *(la salle habituelle de l'enseignant)*, un ordinateur relié à un vidéo-projecteur à l'usage de l'enseignant, des ordinateurs disposés dans la salle en forme de U, autour des tables. Pas d'utilisation des ordinateurs par les élèves. Le logiciel utilisé est Cabri-géomètre.

Thème géométrique et objectif :

Réflexions avant la séance
Droites remarquables dans le triangle. Alors ils ont déjà commencé à chercher un certain nombre d'exercice, donc il y a déjà eu des préparations qui étaient faites. Ce que je veux aujourd'hui, c'est leur montrer avec un logiciel de géométrie ce que ça… plusieurs triangles différents, c'est-à-dire, on va faire varier les triangles, on va voir se déplacer, l'orthocentre, le centre de gravité, le centre de cercle circonscrit… Ils vont donc pouvoir réfléchir aux particularités des triangles et les conséquences que cela a sur la place du point. Si on avait fait ça en géométrie traditionnelle, il aurait fallu réaliser une cinquantaine de dessin différent, alors que là, simplement en déplaçant la souris, on va visualiser déjà un travail qui était fait sur l'orthocentre etc., là ils vont voir dans les différentes circonstances… C'est un show, c'est moi qui vais la montrer sur l'ordinateur, en revanche ils ont à réaliser bientôt un dessin d'un triangle assez complet, ils vont le réaliser sur le papier, s'ils le veulent, ils peuvent le faire également avec le logiciel de géométrie, ils ont la possibilité de le faire… Et là, le but est essentiellement de leur donner des images mentales qui leur permettra de mieux comprendre ce que l'on a démontré théoriquement dans les activités, pour l'instant ils ont encore… Ben je vais faire un petit peu le point, comme nous sommes au retour des vacances, peut-être ils ont déjà tout oublié *(rires)*, donc c'est un petit peu les remettre en scène et en même temps se donner des images, faire le point sur ce qu'on sait sur la visualisation des différents points, redémarrer…. C'est moi qui ai créé les quatre constructions pour pouvoir les visualiser directement, il va y avoir un cercle circonscrit, un cercle inscrit, un orthocentre et un centre de gravité. Disons, je vais refaire la construction point par point, donc juste à cliquer sur un petit bouton pour voir se dérouler la construction de la figure. Donc, ça permet en même temps répondre aux questions, poser des questions, leur dire ce qu'on observe etc. On est au niveau de l'observation là. Je leur demande de regarder, de mettre dans leur tête, de répondre à mes questions, euh, il s'agit plus de donner une image mentale, je le répète, c'est ce qu'on va faire, plutôt que des résultats d'un cours, voilà.

Déroulement effectif de la séance (réalisée le 24/02/03)

Séance effective	**Commentaire**
(La séance commence par la distribution des corrigés d'un contrôle passé à une séance précédente, n'ayant pas de lien avec le chapitre étudié dans cette séance. Les élèves sont aux tables par groupe de 6 au milieu. Vidéo-projecteur allumé, Cabri-géomètre affiché.) **Bernard :** En particulier dans ce chapitre sur les droites remarquables vous avez fait la toute première ligne des exercices, donc dans les activités vous avez déjà entendu parler de centre de cercle circonscrit, euh, orthocentre, centre de gravité, euh, centre de cercle inscrit. Mais pour l'instant *(inaudible)* le but de ce qu'on va faire au tableau, c'est de vous donner des images efficaces de ce qu'on va faire. Alors, pour ces quatre points très particuliers, j'ai sur logiciel de mathématiques fait la construction et on va la faire point par point et on va faire des remarques ensemble sur ce qu'on voit, sur ce qu'on dit sur les propriétés. Donc je vous demande de suivre,	Rappel des notions à traiter pendant la séance. Les informations sur le déroulement prévu.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

hein, et puis posez des questions s'il y a le moindre souci.	
Etape 1 : Centre du cercle circonscrit à un triangle *(Un dessin 'cercle circonscrit à un triangle' affiché, visualisation de la construction étape par étape avec l'option du logiciel 'Revoir la construction'.)* **Bernard :** Alors, l'idée, elle est la suivante, j'ai un logiciel donc de géométrie dans lequel on peut placer les points, j'ai construit un premier point, pointA, un deuxième point B qui a été mis ici, un troisième point qui est sous la fenêtre-là *(la fenêtre de 'revoir la construction' a été déplacée)*, voilà, en suite j'ai dessiné un segment [AB]. Ce genre de travail c'est ce que vous faites sur le papier, je vous rappelle que pour lundi prochain vous avez les mêmes constructions géométriques à faire. Alors, le segment [BC], le segment [AC], on a bien dessiné notre triangle. Au point d'après, je vais faire le cercle qui a le centre du cercle circonscrit, qu'est-ce qu'il faut que je construise ? **E :** Les médiatrices. **Bernard :** Les médiatrices, hein, on est d'accord, ça c'est les cours de 5e. Donc je suis au stade d'après, je vais donc dessiner, là c'est quoi ? **Es :** La médiatrice de [AB]. **Bernard :** La médiatrice de [AB], on est d'accord. Là ensuite je construis, là ? **Es :** La médiatrice de [AC]. **Bernard :** La médiatrice de [AC], le moins qu'on puisse dire c'est qu'avec le logiciel c'est très rapide, hein ? Euh, quelle particularité a un point qui est sur la médiatrice ? **Es :** Il est équidistant … **Bernard :** Il est équidistant des extrémités du segment. Donc, on va avoir ici un point, à l'intersection des deux médiatrices qui sont en rouge, le point que je vais appeler S, d'accord ? Quelle particularité vous avez dit qu'il avait ? Il était équidistant de A et de B, puis qu'il est sur la médiatrice de [AB] et de A et de C. Donc, en particulier, il est ? **E :** Au milieu de … **Bernard :** Il est équidistant de tous les points A, B, C, donc, il est ? **Es :** Le centre du cercle. **Bernard :** Le centre du cercle qui passe par A, B, C. Et on appelle ce cercle 'le cercle' ? **Es :** Circonscrit. **Bernard :** D'accord. Donc, ce point-là est le centre du cercle circonscrit. En fait, puisqu'il est équidistant de B et C, qu'est-ce qu'on va pouvoir dire ? **E :** Il est sur la médiatrice de [BC].	Visualisation de la construction étape par étape sur Cabri-géomètre avec l'option du logiciel 'Revoir la construction'. Les élèves amenés à anticiper à la construction. Référence : 5e Remarques positives sur le logiciel : rapidité de tracé.

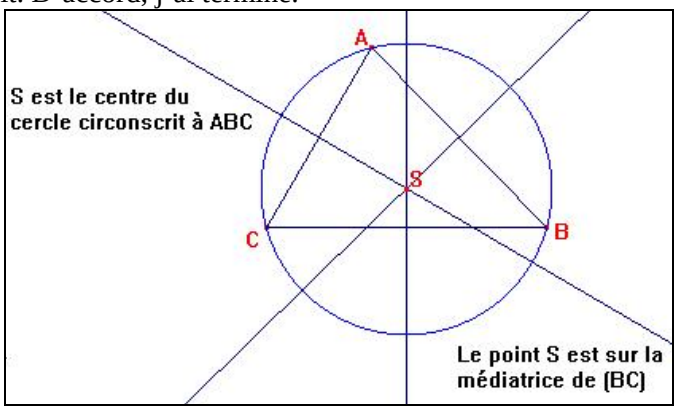
tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Bernard : C'est ça, il est sur la médiatrice de [BC], donc quand je pose la question, est-il sur la, euh que je dessine que j'ai actuellement la médiatrice de [BC], là je viens de la faire, or c'est curieux, elle passe par S, quand je pose la question au logiciel 'est-ce que le point, ça appartient à la médiatrice de [BC] ?', il me répond 'oui, le point, c'est bien sur la médiatrice de [BC]', ça c'est le cours de 5e, on vous disait que les trois médiatrices d'un triangle se coupent toutes en un même point et ce point est le centre du cercle, il passe par les trois points, le centre du cercle circonscrit. D'accord, j'ai terminé.

Référence : 5e

Bilan.

Etape 1 réalisée.



Bernard : Alors, voilà la figure que vous aviez faite dans la tête, que vous aviez donc plusieurs fois réalisé certainement elle est égale. Maintenant je vais un petit peu déplacer mon point ici *(il déplace le point A.)* vous voyez, alors ça c'est ça qui est intéressant, c'est que si vous voulez faire ça sur un papier, évidemment il y a à faire cinquante figures. Maintenant, tiens, je laisse le point A justement sur la médiatrice de [BC], quand je mets le point sur la médiatrice de [BC], quel type de triangle ?

Remarques positives sur le logiciel : rapidité de tracé.

Es : Isocèle.

Bernard : J'ai un triangle isocèle, euh, qu'est-ce que joue, euh, quel rôle joue la médiatrice de [BC] ?

E : Hauteur…

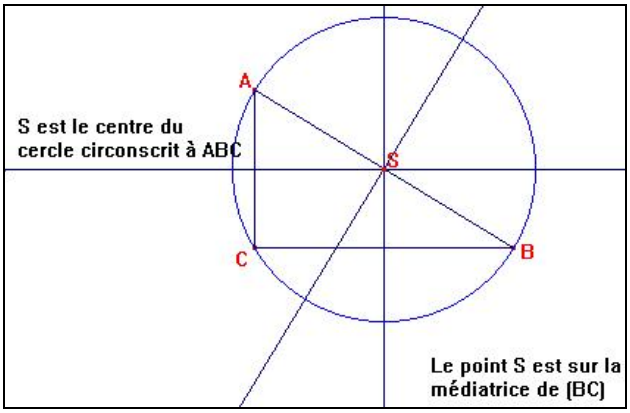
Bernard : Elle est où ? *(Les élèves anticipent)* Oui, effectivement elle est la hauteur, elle est la médiatrice, elle est la bissectrice, elle est, quel est le dernier truc ?

Etude des différents triangles et de la position du point S (par déplacement du point A), anticipation des élèves, échanges question-réponse.

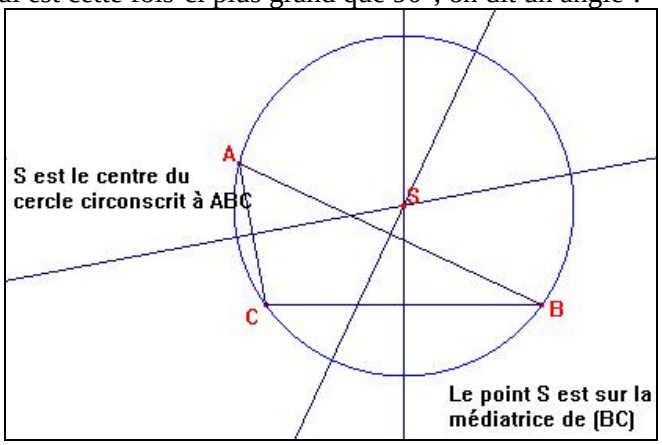
Es : La médiane.

Bernard : La médiane, ah effectivement dans un triangle isocèle, la droite qui part du sommet principal elle est à la droite de médiatrice qui est l'hauteur, la bissectrice et la médiane. En fait, vous avez vu même en 6e, c'est l'axe de symétrie du triangle, d'accord ? Bien entendu mon point, s'il est dessus. Je vais déplacer un petit peu mon point A ici, ah je le mets dans cette position.

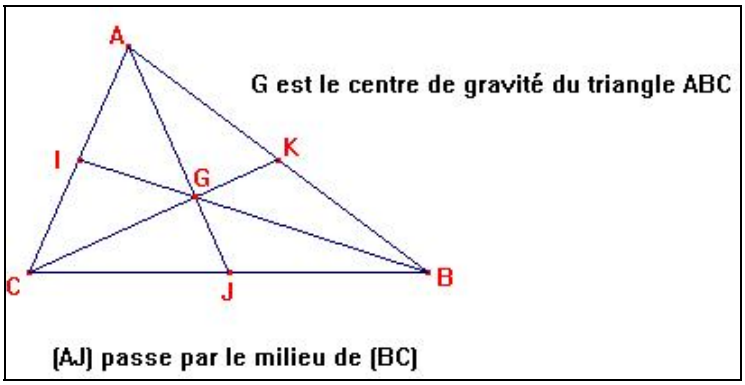
Référence : 6e



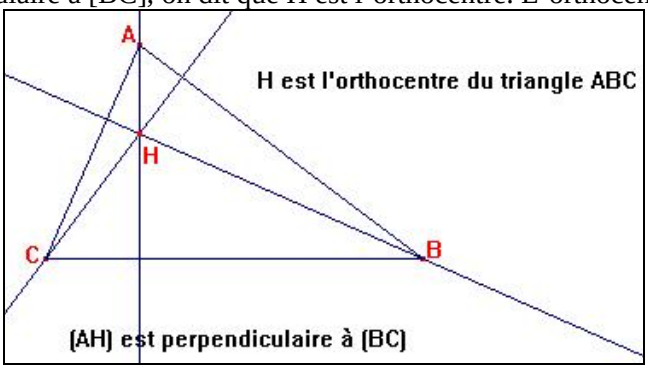
tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Bernard : Qu'est-ce que j'ai fait comme triangle ? **Es :** Rectangle. **Bernard :** Un triangle rectangle ? **Es :** En C. **Bernard :** En C. Qu'est-ce que je remarque concernant le centre du cercle circonscrit ? **Es :** Il est au milieu.	
Bernard : Exactement, en plus c'est le deuxième chapitre qu'on a fait cette année, hein, donc là je constate très très rapidement avec le dessin ce résultat qu'on connaissait, à savoir le centre du cercle circonscrit, il est au milieu de l'hypoténuse dans le cas d'un triangle rectangle. Bon, est-ce que le centre du cercle circonscrit, il est toujours à l'intérieur du triangle ? **Es :** Non. **Bernard :** Dans quel cas il va sortir ? **E :** Quand il est obtus. **Bernard :** Voilà, je continue à déplacer mon point A ici, regardez je fais un angle C qui est cette fois-ci plus grand que 90°, on dit un angle ?	Référence : deuxième chapitre
	
Es : Obtus. **Bernard :** Obtus, et je constate à ce moment-là que mon point S est en dehors du triangle. On pourrait même imaginer qu'il sera très très loin, si je fais un triangle de plus en plus aplati, hein, il va même carrément sortir de la figure. D'accord ? Voilà, donc là, ce genre de manipulation, hein, vous permet bien de voir où se trouve le centre du cercle circonscrit, donc là d'un triangle rectangle, euh d'un triangle quelconque ou d'un triangle rectangle en particulier.	Remarques positives sur le logiciel : meilleure visualisation.
Etape 2 : Centre de gravité **Bernard :** Bon alors maintenant, on va aller regarder une deuxième fenêtre, concerne le centre de gravité. Le centre de gravité, je vais refaire la construction. Le centre de gravité, c'est le point d'intersection des ? *(Réponses erronées inaudibles)* Ou là là, c'est que vous avez vu quand ? Ah ben là vous avez un petit peu oublié hein ? Les ? Les médianes oui. D'accord, alors on dessine un point A, on dessine un point B, on dessine un point, euh, on dessine un point C, je vois que vous avez complètement oublié, le segment [AB], le segment [BC], le segment [AC]. Qu'est-ce que je vais dessiner donc ? Ben oui, je prends le milieu, le milieu de [AB], je vais l'appeler K, et on dessinait quoi là ? La quelle ? La médiane on dit issue de C, hein, relative à [AB]. Donc je vais dessiner effectivement, après je vais faire un point I qui est le milieu de [AC]. Maintenant je vais dessiner le point J qui est le milieu de [BC], c'est rapide avec le logiciel. Maintenant je suis au point où je peux dessiner la médiane [BI], maintenant je vais dessiner la médiane [CK] et qu'est-ce que je remarque là ?	Visualisation de la construction étape par étape sur Cabri-géomètre avec l'option du logiciel 'Revoir la construction'. Remarques positives sur le logiciel : rapidité de tracé.

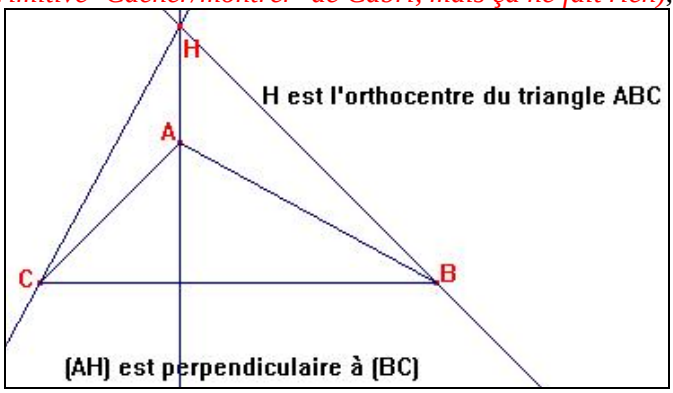
tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

E : Elles se coupent. **Bernard :** Elles se coupent en un point. Bon alors effectivement ce point je vais l'appeler G, d'ailleurs pourquoi je vais l'appeler G ? Pourquoi… **Es :** C'est le centre de gravité. **Bernard :** Voilà, hein c'est ça, on l'appelle G mais, on pourrait l'appeler n'importe comment, on l'appelle G parce que ça fait penser au centre de gravité, c'est pratique, c'est souvent comme ça… Le point est le centre de gravité, quelles particularités il va avoir là sur la figure, quelle va être la question que je vais poser en suite ? **E :** **Bernard :** Voilà, c'est très bien Leila, effectivement on va le marquer, on va se poser la question 'est-ce que [AJ] va passer par G ?', qu'est-ce que c'est [AJ] ? **Es :** Médiane. **Bernard :** C'est la médiane, alors effectivement si je dessine la droite AJ, je constate que AJ passe par le milieu de [BC], AJ passe par le milieu de [BC], ça revient à dire que AJ est bien une médiane. Vous l'avez fait dans une des activités que vous aviez à faire pour aujourd'hui, les trois médianes d'un triangle se coupent en un même point. Elles se coupent tout le temps en un même point qui est le centre de gravité. Ah, quel résultat intéressant on a à propos la place de ce point ?	Anticipation des élèves, échanges question-réponse.
	Etape 2 réalisée.
E : Il est au deux tiers. **Bernard :** Voilà, il est au deux tiers, ça veut dire quoi 'au deux tiers' ? Ça veut dire que, par exemple, si on garde A, G et J, qu'est-ce qu'on va pouvoir dire ? *(Propos d'élèves inaudibles)*. [AG] c'est ? **Es :** Le double … **Bernard :** C'est le double de [GJ], hein, la longueur qui est ici de A à G est le double de la longueur qui va de G à J. Pareil ici, la longueur de C à G elle est le double de la longueur de G à K. Le point G, il est à chaque fois au deux tiers en passant du sommet. On va faire un peu la ligne des triangles là, je vais faire un triangle isocèle, oh ben il n'y a rien de nouveau par rapport à tout à l'heure hein. Le point G se trouve sur notre axe de symétrie, on perçoit s'il y a un triangle rectangle ? Ouais, hein ? Si je fais cette fois-ce un triangle avec un angle obtus, qu'est-ce que je peux dire de point G ? **Es :** Il est tout le temps à l'intérieur. **Bernard :** Il est tout le temps à l'intérieur, effectivement, on peut remarquer qu'il est tout le temps à l'intérieur. Savez vous… [propos inaudibles d'un élève], voilà c'est très bien Charlotte, savez-vous pourquoi on l'appelle le centre de gravité, alors vas-y dis-le Charlotte ! **Charlotte :** Parce que si on *(inaudible)*	$2/3 \lvert AJ \rvert = \lvert AG \rvert$ $\lvert AG \rvert = 2 \lvert GJ \rvert$ Etude des différents triangles et de la position du point G (par déplacement du point A), anticipation des élèves, échanges question-réponse. .

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Bernard : Voilà, si on découpait notre papier, imaginons, découpe le triangle ABC, on fait un petit triangle en papier ou en toile, eh bien, si on veut le faire tenir sur un crayon comme ça, il faut le placer exactement en G. C'est là où, ben, il tient en équilibre, c'est le centre de gravité, d'accord ? Donc, évidemment il est toujours à l'intérieur du triangle, hein, le centre de gravité.	Exemple empirique pour expliquer le centre de gravité.
Etape 3 : Orthocentre **Bernard :** Bien, il y a des questions sur ça ? Alors on passe cette fois-ci maintenant à l'orthocentre. L'orthocentre c'est le point d'intersection des ? **Es :** Des hauteurs.	
Bernard : Des hauteurs. Alors un triangle ABC, *(il dessine)* le segment [AB], le segment [BC], le segment [AC], qu'est-ce que je vais dessiner maintenant ? **E :** Des hauteurs. **Bernard :** La hauteur, là j'ai dessiné à quelle celle-ci ? La hauteur issue de B, on dit aussi relative à [AC], d'accord ? Maintenant, je vais faire la hauteur issue de C ou relative à [AB], d'accord ? J'obtiens un point ? **Es :** H. **Bernard :** H, oui on l'appelle H souvent, parce qu'il fait penser au mot hauteur, hein, d'accord ? On peut l'appeler comme on veut, mais. Ce point-là, est-ce qu'on pourra là marquer d'intéressant ce que vous connaissez, vous l'avez démontré dans une activité ? Qu'est-ce qu'on peut dire de H ? … Quel est-ce le résultat là, auquel on va aboutir ? *(Propos d'élève inaudible)* Que ? *(Propos d'élève inaudibles)* Oui, alors, donc qu'est-ce qu'on voit, si là je fais de l'intersection de deux hauteurs, j'ai le point H, et maintenant si je joigne à la droite AH qu'est-ce que je vais remarquer ? **E :** Elle est la hauteur. **Bernard :** Elle est, c'est la dernière hauteur, donc elle est comment ? **Es :** Perpendiculaire.	Visualisation de la construction étape par étape sur Cabri-géomètre avec l'option du logiciel 'Revoir la construction'. Anticipation des élèves, échanges question-réponse.
Bernard : Elle va être perpendiculaire au côté [BC], ça, ça a l'air de rien mais il y a beaucoup d'exercices que vous allez faire dans la suite de ce chapitre, où vous allez utiliser cette propriété pour démontrer les droites perpendiculaires, c'est très pratique pour démontrer que des droites sont perpendiculaires. Donc effectivement quand je dessine AH je pose la question à l'ordinateur, est-ce que AH est bien perpendiculaire *(inaudible)*, démonstration qu'on a faite avant les vacances, elle est bonne, AH est bien perpendiculaire à [BC], on dit que H est l'orthocentre. L'orthocentre.  	Informations sur le travail à effectuer par la suite. Référence : cours précédents. Etape 3 réalisée.

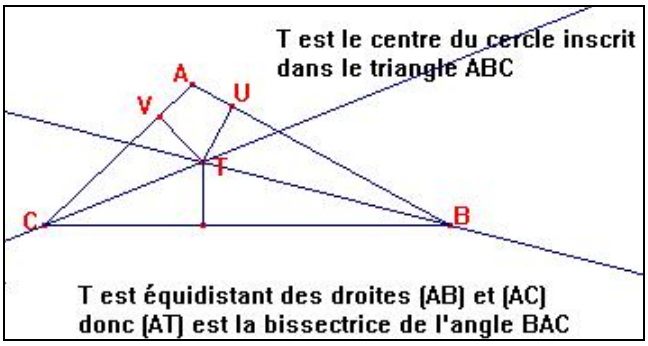
tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Bernard : On va un petit peu déplacer notre triangle, là je suis à triangle isocèle, y a rien de particulier. Si je fais un triangle rectangle, est-ce que quelqu'un peut voir ce qui ça va se passer quand je fais un triangle rectangle ? *(Propos d'élèves inaudibles)*. Alors je me déplace, hein, je place un triangle rectangle en C, toc, qu'est-ce qu'on remarque ? *(Propos d'élèves inaudibles)* Voilà, effectivement le point H est au, là où est l'angle droit. C'est-à-dire que [AC] est à la fois un côté et en même temps une hauteur. On est d'accord ? La dernière hauteur, c'est celle qui part de H ou de C et qui est perpendiculaire au côté [AB], vous la voyez ? La dernière hauteur c'est celle-là, c'est cette droite. Là on a une autre hauteur, là on a une autre hauteur. Qu'est-ce qu'on peut dire de l'orthocentre là en fait ? Il est toujours à l'intérieur ? **E :** Non. **Bernard :** Ben quand le triangle il est rectangle, il est pas à l'intérieur. Je me déplace là, je me déplace, il est sorti. Oui ? D'accord, il arrive que, alors ça c'est *(inaudible)* quand on dessine un triangle, avec un angle obtus vous avez beaucoup de mal à dessiner la hauteur parce que c'est en dehors du triangle. Vous imaginez toujours que les hauteurs, elles sont à l'intérieur, hein. Effectivement, regardez, j'ai la droite AC, elle est ici, la hauteur qui part de B, ben je suis obligé de [inaudible] perpendiculaire à la droite AC, elle va se trouver ici là, un angle droit, je vois pas hein, parce que je n'ai pas prolongé la droite AB, mais si je prolongeais la droite AB, je verrai bien d'ailleurs je vais vous montrer que la droite AB *(il veut le montrer avec la primitive 'Cacher/montrer' de Cabri, mais ça ne fait rien)*,	Etude des différents triangles et de la position du point H (par déplacement du point A), anticipation des élèves, échanges question-réponse.
	(Problème lié à la construction.)
Bernard : ah elle est pas, non je peux pas le montrer comme ça. Si j'avais dessiné la droite AB, j'aurais constaté qu'effectivement BH est bien perpendiculaire à AC, de la même manière si y avait dessinée la droite BC j'ai bien AH qui est perpendiculaire et j'ai mon point H qui est en dehors du triangle. Dès que je vais faire un angle obtus, tenez par exemple on va *(inaudible)* un autre, mon triangle, d'accord ? Alors là il y a quelque chose d'intéressant, je regards le triangle ABC, l'orthocentre c'est H, maintenant si je regards le triangle BHC ? *(Propos d'élèves inaudibles)* L'orthocentre ? C'est A. Tout le monde le voit ? **Es :** Oui. **Bernard :** Et si maintenant je regards le triangle ABH? L'orthocentre ? **Es :** C'est C. **Bernard :** C'est C. Alors on peut continuer maintenant le triangle ACH. **Es :** B. **Bernard :** L'orthocentre c'est B et ben là effectivement on a fait le tour. Alors là c'est quand-même une propriété un peu particulière, hein, de orthocentre, ok ? Ça va pour tout le monde, on voit bien se déplacer l'orthocentre ?	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Etape 4 : Centre du cercle inscrit **Bernard :** Dernier triangle ! Alors je vérifie cette fois-ci les ? Les bissectrices, effectivement. Les bissectrices A, B, et C, mon triangle ABC, ça y est c'est vite fait. Je vais dessiner la bissectrice l'angle ABC. Alors, c'est à remarquer d'ailleurs que les bissectrices c'est comme les médiatrices, ça existe même si on n'était pas dans un triangle. Tout à l'heure la médiane et la hauteur nécessitaient qu'on soit dans un triangle, *(inaudible)* dans n'importe quel segment on a une médiatrice. Dans un triangle par exemple il y a trois segments, donc il y a trois médiatrices et trois bissectrices, mais quand-même on n'est pas obligé d'avoir un triangle. Alors que la médiane et la hauteur nécessitent un triangle. J'ai donc fait ma bissectrice de B, je vais faire maintenant la bissectrice de C, c'est deux bissectrices ? **Es :** Se coupent. **Bernard :** Elles se coupent en un point. Ah, une propriété qu'on avait dans un chapitre un petit peu particulier, qu'est-ce que, quelle propriété a une bissectrice, un point qui est sur la bissectrice plus exactement ? **Es :** Il est équidistant. **Bernard :** Il est équidistant des côtés du segment, alors équidistant des côtés du segment ça veut dire que si je prends le point T qui est ici, il est à la même distance de [AB] et de [BC], mon point, il est à la même distance de [AB] et de [BC]. Comment on fait la distance d'un point à une droite ? **Es :** On fait une perpendiculaire. **Bernard :** On fait une perpendiculaire, d'accord. Donc effectivement c'est que je vais faire ici, je prends le point U, tel que, comment je l'ai fait là ? *(Propos d'élèves inaudibles)* [TU] est comment ? **Es :** Perpendiculaire. **Bernard :** Il est perpendiculaire hein, j'ai fait [TU] perpendiculaire à [AB], je fais de la même manière, voilà, donc [TU], *(inaudible)* la ? **E :** Distance. **Bernard :** La distance de T à [AB]. De la même manière je vais faire ce point-là, vous voyez, qui clignote ici, qui va être la distance de ? De T à [BC]. Puisque je *(inaudible)* quelle particularité a le point T ? [TU] est égal à T j'sais pas quoi là. Ces deux segments mauves ont la même longueur. Ben maintenant le point T il est aussi sur la bissectrice de C, donc si je dessine [TV], qu'est-ce que je vais avoir comme particularité concernant les trois segments mauves ? Qu'ils sont tous les trois égaux, donc en particulier le point T, il est *(inaudible)*, si [TU] est égal à [TV] qu'est qu'on pourra remarquer ? *(Propos d'élèves inaudibles)* Alors, alors, là il y a deux choses, deux choses qui ont été dit, vas-y Charlotte, la première ! **Charlotte :** Il est le centre d'un cercle. **Bernard :** Il est le centre –alors c'est la même chose- d'un cercle qui passerait par U, V et puis il y a un autre point que je n'ai pas nommé. Mais aussi, puisque [TU] est égale à [TV], quelle particularité a le point T ? **E :** Il est équidistant.	Visualisation de la construction étape par étape sur Cabri-géomètre avec l'option du logiciel 'Revoir la construction'. Anticipation des élèves, échanges question-réponse.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007



Etape 4 réalisée.

Bernard : Il est équidistant des côtés [AB] et [AC], donc il est ?
E : Le centre ?
Bernard : Non non non, c'est pas ça, je regards le triangle et plus exactement un angle BAC, j'ai un point T qui équidistant des côtés [AB] et [AC], il est ?
E : Un point sur la bissectrice.
Bernard : Voilà, merci, ouf ! *(inaudible)*Il est sur la bissectrice de l'angle A, d'accord ? Donc, si je dessine maintenant, j'ai vu qu'il est équidistant, donc AT est la bissectrice, quand je l'ai dessinée la bissectrice AT et j'ai mon centre du cercle inscrit, voilà ma bissectrice, voilà mon centre du cercle inscrit, d'accord ? Le centre du cercle inscrit, alors, ça veut dire qu'il a quelle particularité ?
Es : Il est à l'intérieur.
Bernard : Il est à l'intérieur, mais où précisément, comment je trouve la droite AB par rapport à ce cercle ? Elle est ?
Es : Tangente.
Bernard : Tangente, comment on sait qu'une droite est tangente au cercle ?
Es : Elle est perpendiculaire.
Bernard : Elle est perpendiculaire, voyons en son extrémité. Donc comme on a construit effectivement les segments [TU] et [TV] de cette manière-là, on n'a rien d'étonnant que notre cercle soit bien tangent aux côtés du triangle. Il est bel et bien à l'intérieur du triangle. Alors est-ce qu'il peut arriver que le point T soit en dehors du triangle ?
Es : Non.
Bernard : Euh ben non hein, je crois qu'il n'est pas très difficile, mais imaginez que maintenant je vais déplacer mon truc, forcement mon cercle il reste tout le temps à l'intérieur, hein. Comme mon triangle il est isocèle, voir même équilatéral, sais pas s'il est équilatéral là, ah, quand est-ce qu'il va être équilatéral en fait ? *(Propos d'élèves inaudibles)* En fait, est-ce qu'il y a une particularité de particulier dans un triangle équilatéral ?
Es : Les médiatrices et les bissectrices sont en même temps…
Bernard : *(Inaudible)* les bissectrices sont en même temps, les médiatrices, les médianes, tout est confondu, donc vous voyez par exemple, [TU] va être confondu avec [CU], c'est en même temps la médiane, c'est en même temps la hauteur, tout est mélangé. Le point T il est quoi alors dans ce cas-là ?
Es : Le centre du cercle.
Bernard : C'est le centre du cercle circonscrit, c'est le centre du cercle inscrit, c'est l'orthocentre, c'est le centre de gravité, T est tout en même temps dans un triangle équilatéral. Ben, on est bien d'accord, c'est facile, ah, vous voyez notre triangle il se déplace avec le cercle toujours à l'intérieur, même avec un angle obtus. Bon, est-ce que ces images vous ont un tout petit peu mieux à savoir, à comprendre ce que c'est ? Oui ? Et ben

Etude des différents triangles et de la position du point T et de sa nature (par déplacement du point A), anticipation des élèves, échanges question-réponse.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

j'ai fini pour le show. Alors, c'est terminé. Alors maintenant le travail, ah ça fait plaisir. Donc premièrement, tout le monde a bien le travail sous les yeux ? Alors, dans votre pli de travail, la première ligne des exercices vous étiez les censés avoir fait pour les vacances, vous allez y revenir aujourd'hui et on va corriger. La première ligne qui avait jusqu'à l'activité 6, vous allez la corriger maintenant. En suite, vous allez faire la deuxième ligne qui va donc de l'activité 7 à l'exercice 28. Je vous rappelle que mercredi on corrige les contrôles, on va passer aux équations, par conséquent cette deuxième ligne, elle sera à terminer pour jeudi prochain, d'accord ? Ensuite, vendredi, je vous rappel on fait un contrôle, par conséquent on laissera ce chapitre de côté et vous pouvez d'ors et déjà noter que la première ligne des exercices d'entraînement vous la ferez jeudi 27/02. La première ligne des exercices d'entraînement vous faites pour jeudi et puis vous corrigez jeudi, et puis vous faites la première ligne des exercices effectivement jeudi, d'accord ? Et puis elle sera terminée cette première ligne des exercices d'entraînement pour lundi prochain, 3 mars, vous pouvez donc d'ors et déjà marquer que la deuxième ligne des exercices d'entraînement, elle aura lieu le 3 mars. Pour l'instant je vous donne ces deux dates, on verra où vous en êtes dans ces recherches-là, on verra comment vous avez réussi le deuxième contrôle et s'il faut mettre un peu plus de temps sur des exercices. Alors, je vous rappelle qu'effectivement, Colline me le demande, le dessin 'droite et cercle' que vous avez à faire, il est pour lundi prochain. Ça tombe bien, vous allez faire un dessin d'un triangle dans lequel vous allez avoir tout ce qu'il y avait sur l'ordinateur, le centre du cercle inscrit, le centre du cercle circonscrit, l'orthocentre, le centre de gravité, l'important c'est de mettre des couleurs pour bien les faire ressortir. Je vous rappelle que ce dessin, vous pouvez également le faire sur l'ordinateur, si vous voulez hein. Alors, tout de suite j'ai mis à la disposition des corrigés pour que vous vérifiiez ce qu'il est à faire. *(Environ 40 minutes de la séance sont passées. Les élèves font leurs corrections dans l'environnement papier-crayon, l'enseignant rejoint les élèves les aider en cas d'appel. Cette partie de la séance est difficilement audible.)* La correction au début de ce chapitre n'est pas facile, je suis étonné qu'il n'y ait pas de questions-là…. FIN.	*'Show'* terminé. Correction des exercices, rappel sur le travail à effectuer. Rappel sur l'application du cours.

Réflexions de l'enseignant après la séance

Pas d'entretien effectué faut de temps de l'enseignant.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

5.6. La séance Bruno-5-I : « inégalité triangulaire »

a) Protocole avec entretien

Déroulement prévu de la séance

Outil informatique: un ordinateur relié à un vidéo-projecteur. Le logiciel utilisé est Geoplan, manipulé uniquement par l'enseignant.

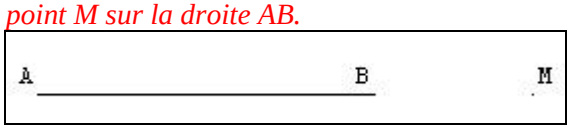
Thème géométrique et objectif : introduire l'inégalité triangulaire.

Notes de l'entretien
Il s'agit de construire un triangle dont les longueurs des deux côtés sont données et dont un côté est dessiné. Les possibilités de la construction se feront étape par étape avec les élèves. L'enseignant va distribuer aux élèves une feuille et leur demander de la partager en cinq parties pour noter les différentes possibilités.

Déroulement effectif de la séance (réalisée le 09/01/03)

Légende : CHR : chronologie

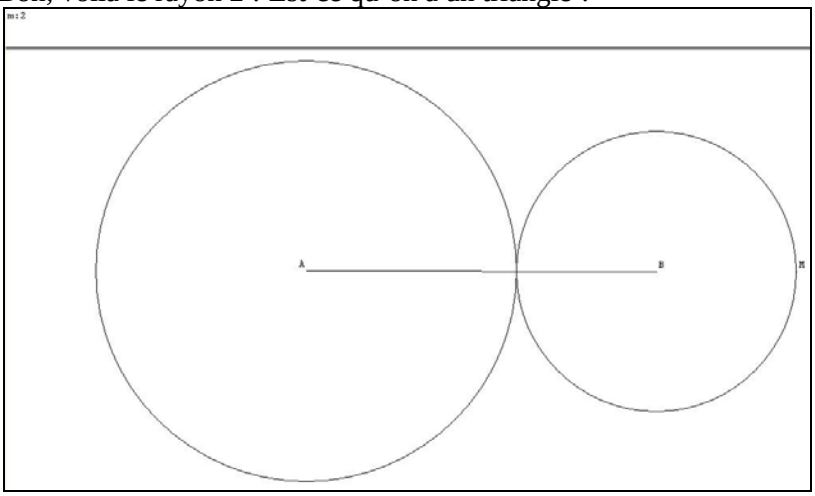
Note : la chronologie commence à partir du moment que l'enseignant a décidé de l'utilité de l'enregistrement.

CHR	Installation et consignes	Commentaire
	(La séance commence par la correction d'un exercice appartenant au cours précédent. En suite, l'enseignant distribue une feuille blanche à chaque élève. Il autorise les élèves à utiliser des instruments géométriques habituels comme la règle, le compas, l'équerre, etc.) **Bruno :** Vous partagez la feuille en 5 parties égales. *(Bruno allume le vidéo-projecteur et trace sur l'écran un segment [AB] et un point M sur la droite AB.*  Figure 1 *Les élèves voient le défilement des menus de Geoplan pendant la construction.)*	Préparation des matériels de la séance.
00'00 00'54	**Bruno :** *(En dictant en même temps au tableau)* Bien, alors, il s'agit d'arriver à construire un triangle, sachant que le côté AB mesure 5 cm et on donne comme autre information, AC égale 3 cm. On ne donne pas la longueur BC. Quelle est la longueur possible pour le segment [BC] et pour que ce triangle existe ? A _____ B 5 cm AC = 3 cm BC = ? Tableau noir 1	Enoncé + dessin codé.
00'56	**Bruno :** Alors, ce que vous allez faire c'est prendre une feuille de brouillon en plus de cette feuille blanche et essayer de me construire un triangle ABC vérifiant les deux conditions AB = 5, AC = 3 cm,	Tâche à réaliser sur le brouillon.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

01'22	BC de laisser au hasard.	
CHR	**Phase de mise en place du travail (Phase 1)**	**Commentaire**
	Etape 1.1 : recherche de solution en papier-crayon	
	(Il se promène entre les élèves, en jetant un œil sur leurs productions, de temps en temps il fait des interventions et répond aux questions des élèves, les questions d'élèves sont inaudibles.)	
01'34	**Bruno :** *Non, j'ai demandé 5 parties, chaque partie mesure 6 cm de	
01'58	haut, celle du bas, c'est pas grave. *Vous avez le côté [AB] qui mesure 5, la longueur AC, vous savez qu'elle mesure 3, et	
01'59	maintenant [BC] mesure combien ? *Ben, c'est justement à vous de	
02'11	chercher, non non non pas sur cette feuille-là, vous effacez ! *Ça c'est pour la synthèse, on résumera les différentes possibilités.	
02'28	Du moment qu'on arrive à avoir une réponse par rapport à la question, on verra après si on peut améliorer cette réponse. Alors,	
02'38	d'après vos dessins, j'ai vu déjà, donc un triangle isocèle, ici un triangle rectangle, mais pour l'instant je constate une chose, c'est que les informations telles qu'elles vous sont données au tableau, vous	Diverses productions d'élèves annoncées.
03'06	n'en tenez pas trop compte. Là je vois encore un triangle rectangle, on n'a jamais dit que le triangle devait être isocèle, devait être	
03'29	équilatéral où devait être…, il peut être, d'accord. D'accord. Ah ! Je vois enfin l'instrument utile ! Un compas… Où sera exactement placé le point C ? Beaucoup de possibilités. Par contre, ça, vous l'avez pas utilisé, sauf vous, et encore pas de la bonne manière. C'est effectivement lié à un cercle. Le point A vous le connaissez, le point C vous savez qu'il est à 3 cm du point A. Combien y a-t-il de manières possibles pour placer un point C à 3 cm du point A ? Et ces	Information sur le bon usage : le compas.
04'18	pleine de manières comme vous dites où est-ce qu'elles sont ?	
04'22	**E :** Sur l'arc de cercle. **Bruno :** Sur le ? **E :** Sur l'arc de cercle. **Bruno :** Plus qu'un arc de cercle. **Es :** Sur le cercle. **Bruno :** Le cercle de centre ? Es : A. **Bruno :** A, de rayon ? **Es :** 3 cm.	
	Etape 1.2 : création d'une figure sur Geoplan	
04'35	**Bruno :** 3 cm. Bon, je vais tracer à l'écran le cercle de centre A de rayon 3 cm. Donc je prends dans 'Créer', 'Ligne', en me propose 'Cercle', 'défini par un centre et rayon'. Donc, « nom du centre », point A, « rayon » 5, « nom du cercle », on va mettre petit c, et	Création du cercle de centre A et de rayon 3 cm à l'écran avec explicitation du tracé.
05'08	voilà ! *(Il s'est trompé de rayon, les élèves réagissent)* Non, pardon, quelle est l'erreur que j'ai commise ? **Es :** 3 cm !	
05'13	**Bruno :** 3 cm. Alors, on va supprimer, on corrige. Je supprime le cercle et on reprend. *(Il déroule les menus)* 'Créer', 'Ligne', 'Cercle', 'Centre et rayon', « nom du centre » A, « rayon » 3, « nom du	
05'30	cercle » petit c, et voilà ! Bon, alors maintenant, je sais que le point C doit appartenir à ce cercle, mais il y a beaucoup de possibilités. Quand vous connaissez 3 longueurs dans un triangle, comment faites-	
05'47	vous pour construire ce triangle ? **E :** Avec un compas en fait. **Bruno :** Avec un compas vous tracez un premier cercle…	

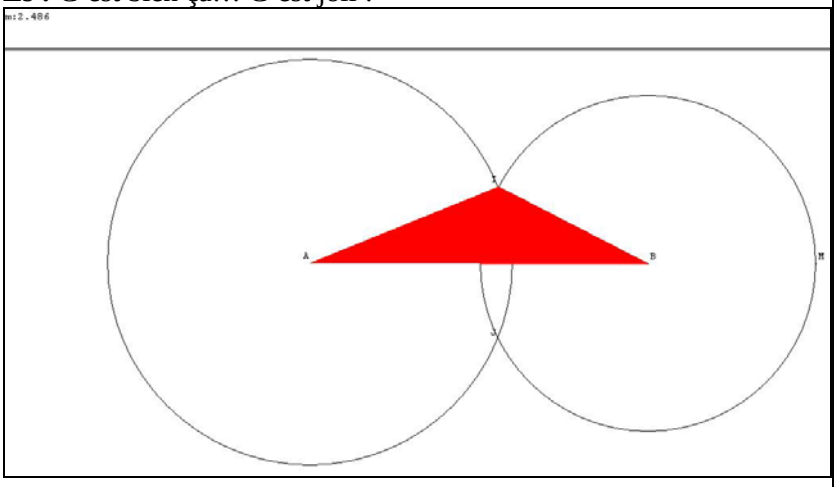
tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	E : Et un autre. **Bruno :** Et un autre, bon. A l'intersection des deux cercles, on aura le troisième ? Le troisième quoi ? **E :** Points ?	
06'05	**Bruno :** Le troisième point ou troisième sommet. Bon, eh bien maintenant que vous avez la technique, en ayant votre segment [AB], en ayant votre cercle de centre A, de rayon 3 cm, quel doit être le	Construction du deuxième cercle de centre B et de rayon r (BM) à l'écran avec explicitation du tracé.
06'22	rayon de l'autre cercle ? *(Les élèves proposent 2 et 3 cm)* Vous proposez 2 cm. Alors, 'Créer', 'Ligne', je vais proposer 'Cercle', au lieu de 'défini par centre et rayon' je vais prendre 'centre et un point'. « Nom du centre » B, « point du cercle », je vais faire passer moi par	
06'48	M, vous allez voir pourquoi, « nom du cercle » on va mettre c', et	
07'10	voilà ! Et je vais en même temps afficher une longueur, alors où est-ce qu'elle est ? Euh non, 'Créer', il faut que je retrouve, euh, 'Numérique', 'Calcul géométrique', 'Longueur d'un segment', voilà. « Le nom du segment », ça va être [BM], « nom de la longueur », on va l'appeler r, 'Créer', 'Afficher', 'scalaire déjà défini', petite r, et on	
07'30	va demander trois chiffres dans la partie décimale, voilà le rayon. Vous l'avez vu, en haut, ici, à gauche, ça nous donne la longueur MB, le rayon. Alors vous me dites qu'en prenant un rayon de 2 …	Variation du r par le déplacement du point M.
07'42	Bon, voilà le rayon 2 ! Est-ce qu'on a un triangle ?	
	 Figure 2	
	Es : Non. **Bruno :** Est-ce qu'il y a une intersection entre les deux cercles ? **Es :** Non. **E :** Il faut prendre 3 cm. **Bruno :** Oui ou non ? **Es :** Non. **E :** Il faut prendre 3 cm. **Bruno :** Moi j'entends quelqu'un qui me dit ? **Es :** 3 cm. **Bruno :** Il y a un point d'intersection, il est sur la ligne. **E :** Ben non…	Discussions sur les intersections des deux cercles.
08'13	**Bruno :** Ben, on va avoir un moyen. Si je prends un cercle plus grand ? **E :** Ben oui. **Bruno :** Il y en a combien ? **Es :** Deux.	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

08'22	**Bruno :** Deux. Alors, ce qu'on va faire, on va les nommer : 'créer', 'point', 'intersection entre deux cercles', les deux points. On va lui donner, premier cercle, ben celui-ci, deuxième cercle C', point d'intersection, on en a deux, on va donc les appeler, euh, I, J, point I, point J. Pour mieux visualiser que l'on a notre triangle, 'polygone défini par ses sommets', BIA, euh pourquoi…? Oui, non le polygone	Construction du triangle à l'écran.
08'49	T, il faut lui donner un nom, et voilà ! Pour mieux visualiser encore, euh, je vais appeler en bleu les lignes du triangle, on va les mettre en plein et en bleu clair, est-ce que ça va marcher ? Oui, euh… Vous	Coloriage du triangle. Problème technique : problème de coloriage du triangle.
09'09	voyez pas ? Vous voulez bleu foncé ? **E :** non, oui c'est mieux.	
09'30	**Bruno :** Non, ce que je voulais faire, ah oui, ça marche pas sur celui-là ! Bon, et ben tant pis ! Euh, je voulais entrer…, je voulais le mettre en surface. Euh, bon, euh ben tant pis, on va ceci garder comme ça.	Déplacement du point M et discussions sur l'existence de triangles.
09'53	Bon, à partir de quel moment le triangle existe-t-il ?	
10'10	**E :** Au moment où il touche l'autre cercle. **E :** Quand les deux cercles se touchent ! **Bruno :** Qu'est-ce qui se passe ici ? **Es :** Ça fait un angle plat. **Bruno :** Quel est l'angle plat ? *(Propos d'élèves inaudibles)* **E :** Hem, il est marqué quoi là ?	
10'24	**Bruno :** I et J, vous voyez ici, on n'arrive plus à lire la lettre, autrement dit les points I, J et M sont ? **E :** Confondus.	
10'34	**Bruno :** Confondus l'un sur l'autre. Dés que l'on décale un tout petit peu, on va même avoir un deuxième triangle qui va apparaître, et il sera comment par rapport au précédent ? **E :** *(Inaudible)* Symétrique.	
10'51	**Bruno :** Symétrique, par rapport à quel axe ? Par rapport à l'axe ? **Es :** AB ?	
11'00	**Bruno :** Par rapport à l'axe AB, alors pourquoi ça n'a pas marché	
11'06	ça ? Décidément j'ai du mal, ben je voulais le mettre en rouge. Il est rouge ? Vous le voyez en rouge vous ? **Es :** Non… Non je le vois pas… Je crois pas qu'il est rouge…	
11'25	**Bruno :** Je sais pas. Voilà ! Mais, euh, oui… Oui, ben je suis pas très	
11'44	à l'aise là-dedans, je suis en train de faire des bêtises. Bon, alors, on ferme. **Es :** Wau… **Bruno :** Qu'est-ce qui se passe ?	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	Es : C'est bien ça… C'est joli !  Figure 3	

CHR	Phase centrale (phase 2)	Commentaire
	Etape 2.1 : le cas r < 2	
11'55	**Bruno :** Bon, dites-moi maintenant, à part de voir que ça fait joli ! *(Rires d'élèves)* Vous me déduisez à partir de quel moment on a un triangle et à partir de quel moment on n'a plus de triangle !	
	E : Ben quand ça dépasse le cercle.	
12'15	**Bruno :** Quand ça dépasse le cercle, c'est-à-dire quand le rayon de quel cercle est plus grand que quoi ? *(Propos d'élèves inaudibles)*	
	E : Je crois quand il y a plus d'intersection en fait.	
12'30	**Bruno :** Bon, oui, d'accord, mais, maintenant tout ce que vous venez de me dire, avec des nombres. Alors, dans la première bande sur la feuille, vous tracez un segment [AB], vous tracez votre cercle de centre A de rayon 5 cm. *(Il se trompe de rayon.)* Vous faites attention	Début de construction sur la feuille A4 : segment [AB], cercle de centre A et de rayon 3 cm.
12'51	à ne pas dépasser sur la bande inférieure !	
13'00	**E :** AB ça fait combien cm ?	
	Bruno : C'est marqué au dessin, au tableau. AB = 5, AC = 3.	
	E : 3 cm le rayon.	
13'14	**Bruno :** *(Il se promène entre les élèves)* Attention, faites le dessin bien à gauche de la feuille et à droite nous aurons à écrire des choses. Le dessin à gauche, plutôt vers le bas, *non, la première rangée t'as	Agencement du dessin sur la feuille.
13'35	en haut et votre segment [AB] plutôt vers le bas ! Votre feuille, la	
13'44	rangé du haut et le segment à peu près par-là, horizontal. Et on traduit	
13'53	cette situation-là. Le cercle de centre A, de rayon 3 cm. Et vous tracez un cercle de telle manière qu'il n'y ait pas d'intersection entre les deux cercles. Corrigez votre dessin, c'est pas ce que je viens de	
14'10	demander. Vous devez avoir sur votre bande horizontale, ce qui est	
14'17	marqué au tableau actuellement. Bon, première situation, quel doit	
14'45	être le rayon de centre B pour qu'il n'y ait pas d'intersection ?	
14'57	**Es :** Inférieur à 2 cm.	
	Bruno : Inférieur à 2 cm, pourquoi 2 cm ? *(Propos d'élèves inaudibles)*. Alors pourquoi vous passez directement de 2 à 3 ? *(Propos d'élèves inaudibles)*. Le tout segment [AB] faisant 5 cm, ici on est à 3, donc qu'est-ce qu'il reste ? 2. Donc, *(il écrit en même temps au tableau)* Si r, le rayon du petit cercle est plus petit que 2,	
15'35	est-ce que le triangle existe ?	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	si r < 2 pas de triangle Tableau noir 2	Bilan du cas r < 2 écrit au tableau
	E : Oui….	
15'44	**Bruno :** Non, pas de triangle ! *Euh bien plus petit que 2, plus petit	
15'58	que 2, plus petit que 2, c'est ce qui est écrit au tableau. Il n'y a pas de triangle. Ben regardez à l'écran, regardez en haut, ça mesure 1.017.	Illustration à l'écran
	Donc le rayon est plus petit que 2. Dès que, si je grandis, 1.3, 1.4,	
16'35	1.5, j'ai toujours pas de triangle ! A partir de quel moment est-ce que je vais avoir un triangle ? Dès que je dépasse 2. Donc première	
	situation, le rayon est inférieur à 2, il n'y a pas de triangle. Nicolas, vous complétez à droite de votre dessin, la feuille doit être prise dans	
16'53	le sens portrait, en verticale et c'est la première rangée en haut.	
	Etape 2.2 : le cas r = 2	
17'02	**Bruno :** Bon, que se passe-t-il lorsque le point M est exactement à 2 cm ? Lorsque le rayon vaut exactement 2 cm, que se passe-t-il ? Les	
17'16	deux cercles ont un point commun. Est-ce qu'on a un triangle ?	
	Es : Non… Si, il y a un triangle qui…	
17'25	**Bruno :** Si, il y a un triangle qui commence, mais il est plat. Voilà. Deuxième bande ! Vous retracez votre segment [AB], vous retracez le cercle de centre A, 3 cm et vous tracez un cercle de rayon 2 cm, autrement dit est-ce qui était déjà au tableau. Ici apparaît le triangle,	Construction sur la deuxième bande de la feuille A4.
17'42	mais il est plat. *(Il écrit au tableau.)*	
	si r = 2 un triangle plat Tableau noir 3	Bilan du cas r = 2 écrit au tableau
17'45	**Bruno :** Si r = 2, un triangle de quelle nature ? Plat. *Ne pas	
18'30	déborder ! *Parce que ce sont 5 séries différentes de construction,	
18'36	chacune est un cas particulier. *Complétez les phrases que j'ai	
18'43	marquées au tableau. Eh bien, j'attends la deuxième construction !	
18'53	Deuxième construction qui est actuellement à l'écran ! Dans la	
19'10	deuxième rangé de votre feuille ! *C'est bon, 2 cm maintenant !	
19'19	*Alors pour les prochains, il va falloir décaler un peu plus.	
19'30	**Bruno :** *(A l'Observateur)* Si je devais refaire cette activité, je mettrais les feuilles avec le segment [AB] déjà tracé. Ils n'arrivent pas à les placer correctement sur la feuille.	
19'45	**Bruno :** Bon, *ben alors, j'ai demandé que ce soit vers le bas. On se	
20'00	dépêche de reproduire ! Donc la situation, lorsque le premier cercle a pour rayon 3 cm et le deuxième 2 cm. C'est bon. Complétez avec les deux phrases qui sont écrite au tableau ! C'est bon. Maintenant deuxième phrase à compléter.	
	Etape 2.3 : le cas 2 < r < 8	
20'20	**Bruno :** Troisième situation, troisième bande ! On se dépêche là, c'est beaucoup trop long ! Le rayon est plus grand que ?…	Illustration à l'écran du cas 2 < r
	Maintenant le rayon a grandi, on est passé au-delà de 2 cm. Combien	
20'58	y a t-il de triangle ?	
	E : Deux.	
21'05	**Bruno :** Deux triangles, AIB et AJB. Vous reproduisez la situation et j'aimerais bien que vous me disiez, le rayon, je peux le prendre entre	
21'26	quelle valeur et quelle valeur ? Quelle est la plus petite valeur que je peux prendre et quelle est la plus grande ? Alors, la plus petite c'est 2 et on est au-dessus de 2, mais la plus grande ?	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	Es : *(Inaudible)* Il y'en a pas. **Bruno :** Pour vous il y en a pas. **E :** Si, parce que… **E :** Il faut que ça soit entre 2 et 5. **Bruno :** Entre 2 et 5 ? **E :** Non, mais non… **Bruno :** Ben on va voir. **E :** Non.	
21'50	**Bruno :** Vous me dites que le rayon je peux prendre 5, c'est ce que vous venez de me dire, entre 2, ici 2, Abdelaziz, entre 2, alors je	Illustration à l'écran du cas r < 8
22'15	monte jusqu'à 3, bon ici on a presque 3, j'ai bien deux triangles. Ici	
22'22	on a combien ? Jusqu'à 4, 5, est-ce qu'on peut encore continuer ? **Es :** Oui ! **Bruno :** Est-ce qu'on a toujours un triangle ? **Es :** Oui. **Bruno :** Alors regardez bien maintenant la nature du triangle ! **E :** Un rectangle. **Bruno :** Ici on arrive à un triangle qui est ? **Es :** Rectangle.	
22'35	**Bruno :** Bon, il doit y avoir une position, je sais pas exactement laquelle, vous verrez l'année prochaine et ça devient rectangle. On continue, regardez le rayon, il grandit toujours, on l'a atteint 7.5, on a	
23'04	dépassé 7.5, 7.8. A partir de quel rayon il n'y a plus rien ? **Es :** Huit. **Bruno :** Huit. Donc, pour que le triangle existe, *(il écrit au tableau)* si 2 < r < 8 deux triangles ABI et ABJ Tableau noir 4	Bilan du cas 2 < r < 8 écrit au tableau
23'10	**Bruno :** le rayon doit être compris entre 2 et 8. Lorsque le rayon est	
23'20	plus grand que 2 et plus petit que 8, deux triangles sont dessinés. Alors vous allez les nommer comme c'est au tableau, ABI et ABJ.	
23'41	Autrement dit en fait pour le point C, on a deux possibilités, soit on le	Le point C = les points I et J
23'49	met en I, soit on le met en J. *Vous avez pris du retard vous,	
23'59	dépêchez-vous. Alors vous choisissez le rayon que vous voulez, du moment qu'il est compris entre 2 et 8, alors vous voyez qu'à ce moment-là au tableau on arrive à voir des triangles de nature différente. Euh, le triangle qui est à peu près comme ça, quelle serait	Construction sur la troisième bande de la feuille A4.
24'20	sa nature ? **E :** Euh, isocèle.	Etude de triangles de différente nature.
24'25	**Bruno :** Isocèle. Si on le met à peu près comme ceci, presque rectangle en I, si on le met comme cela, rectangle mais cette fois-ci en A, regardez maintenant la nature de l'angle en A, ici l'angle en A, il est de quelle nature ? **E :** Aigu. **Bruno :** Aigu. Et ici ? **E :** Obtus.	
24'51	**Bruno :** Obtus. Donc, on peut envisager différentes possibilités.	
	Etapes 2.4 et 2.5 : les cas r = 8 et r > 8	
25'09	**Bruno :** Et maintenant que se passe-t-il lorsque le rayon est plus grand que 8 ? On a plus rien. C'est donc la dernière possibilité, ah non, non non, non non **E :** Non il nous reste…	Illustration à l'écran du cas r > 8 (par erreur)

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	Bruno : Il y en a une, laquelle ? Ah, ben dites-moi !	
	E : C'est égal à 8, non ?	
25'21	**Bruno :** Voilà ! Quand c'est égal exactement à 8 je vais essayer de me rapprocher autant que possible, c'est celle-ci et j'arrive pas parce que j'ai pas le bon, euh, le bon pas. Il doit y avoir un zoom ou j'sais pas quoi, voilà, j'ai pas la possibilité, à 12 millième, j'arrive pas.	Illustration à l'écran du cas r = 8. Problème lié à la décimalisation
25'42	Bien, dans cette position-là, qu'est-ce qui se passe ?	
	Es : Il est redevenu plat.	
25'46	**Bruno :** Il est redevenu plat, les points I et J se sont à nouveau rejoints, comme on était ici. Bon, et au-delà il n'y a plus rien. Ce seront donc les deux dernières situations, pour les deux dernières	
26'04	bandes dans le cahier, enfin dans votre feuille blanche, pardon. *(Il écrit au tableau.)*	
	si r = 8 un triangle plat si 8 < r pas de triangle	Bilans des cas r = 8 et 8 < r écrits au tableau.
	Tableau noir 5	
26'09	**Bruno :** Si r = 8, ben on obtient un triangle plat. Dernière situation, si le rayon est supérieur à 8, pas de triangle. Et vous dessinez à chaque	Construction sur les quatrième et cinquième bandes de la feuille A4.
26'40	fois la situation correspondante. Alors je reviens à la précédente, donc, quatrième situation le rayon était exactement égal à 8, on est là,	
26'57	le triangle est ici, il est plat. *(Question d'élève inaudible)* *Non, sur votre feuille, même si vous dessinez qu'un seul, ça suffira. *Alors, évitez de faire *(inaudible)* vos deux triangles, vos deux cercles je	
27'20	veux dire, parce qu'on a l'impression que l'intersection est là. *Si vous voulez mettre des couleurs, vous pouvez, ce n'est pas une obligation. *A ben là c'est trop tôt, ça c'est la situation que vous	
27'37	devez avoir ici. Donc la quatrième situation, celle qui est au tableau, les deux cercles n'ont qu'un seul point commun. *A ben là, il faut	
27'58	décaler le segment [AB] vers la droite !	
	E : Monsieur !	
	Bruno : Oui !	
28'08	**E :** Si c'est 8 cm, c'est obligé que ça dépasse.	
	Bruno : *Non, si c'est pile 8 cm il y a un point de contacte, si c'est au-delà de 8, il y en a plus. *Ben oui, vous tracez votre triangle. *Dites-moi, pourquoi vous n'avez pas tracé votre segment [AB] et le	
28'27	cercle de rayon 3 ?	
	E : Je n'ai pas de compas.	
28'31	**Bruno :** *Eh oui, vous n'avez pas de compas, qu'est ce que vous voulez que je fasse si vous n'avez pas votre matériel ? *J'ai quelques équerres à disposition, j'ai quelques règles, mais des compas, je n'ai	
28'40	pas. *(Propos d'élève inaudibles)*. *Alors si on prend maintenant un rayon plus grand que 8, on dépasse. *(Propos d'élève inaudibles)*.	
28'50	*Non ? *C'est la même situation que là ?	
	E : Oui mais on trace *(inaudible)*.	
	Bruno : *Non non non, vous tracez que ça, ça suffit, il y a que cette	
29'00	partie-là qui nous intéresse. C'est bon, alors quand Cédric aura fini de faire des fouilles archéologiques *(rires d'élèves)* Bon, *(question*	
29'19	*d'élève inaudible).* Ben, pourquoi est-ce qu'il y a 8 ? Vous avez AB	Explication sur le point M dans la feuille A4.
29'29	qui mesure 5 et AM qui mesure 3, donc 5 et 3, 8 ! M, c'était le point qui me permettait d'agrandir le cercle et d'avoir un rayon variable, vous aurez remarqué que le point M se déplace toujours sur la droite AB. C'est juste un artifice de construction lié à l'utilisation	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	d'ordinateur. Le point M pour vous n'existe pas, c'est pas un problème.	
CHR	**Phase de conclusion (phase 3)**	**Commentaire**
30'02	**Bruno :** Bien, alors maintenant, il va falloir réfléchir et se demander, pourquoi 2 cm, pourquoi 8 cm ?	Introduction à l'écriture de l'inégalité triangulaire
30'15	**E :** Le rayon du cercle de centre A est 3 cm.	
	Bruno : C'est 3 cm, mais alors pourquoi 8 ? Eh bien à partir de 3, comment est-ce que vous obtenez 8 ? Donc, il faut tenir compte de deux choses, de la longueur AB et de la longueur AC, 3 cm,	
30'38	d'accord ? Bon.	
30'51	**E :** Même si on reconnaît… *(inaudible)*.	
30'53	**Bruno :** *Si, ça se voit quand même, vous avez un arc de cercle, vous vous en souviendrez. Complétez maintenant si r supérieur à 8 il n'y a plus de rectangle, de triangle pardon, c'est bon. Alors maintenant essayez de réfléchir, pourquoi 2, pourquoi 8 ? *C'est bon. *C'est bon, d'accord, alors bon, ça il faudra écrire un peu mieux, que ça soit	
31'49	plus lisible, mais ça va. Bon, alors maintenant, je remets la	
32'10	construction dans le cas où on avait tous les côtés tracés, nos triangles existent. Alors j'aimerais bien maintenant que vous vous interrogiez sur d'où vient ce 2, d'où vient ce 8 ? Je vous rappelle que la longueur AB est de 5 cm et que la longueur AC était de 3 cm. *(Propos d'élève*	
32'29	*inaudibles)* Bon, autrement dit, le rayon qui est là, ce petit r, qui correspondait au rayon du cercle de centre B, d'accord, correspond à quel côté du triangle ? Dans le triangle ABC que l'on cherchait, où se	
33'10	trouve le point C ici ?	
	E : Ben, en J ou en I.	
33'14	**Bruno :** En I ou en J, d'accord ? Remplacez le I ici par C, qu'est-ce que vous pouvez dire de la longueur BC ici ? Elle correspond à quelle figure dans ce dessin-là ? BC, ça correspond à quoi, c'est lié à quelle	Données égales : Les points I, J, C
33'44	figure ce segment ? BC. Ça correspond à BI, et BI qu'est-ce que ça représente, c'est lié à quelle figure géométrique particulière, ici ?	
34'00	….Quoi, le triangle ? Mais ce côté du triangle, est aussi quelque chose de particulier.	
	E : Ben, symétrique !	
	Bruno : Non, c'est pas une question de symétrie, c'est pas la base. Qu'est-ce que vous avez tracé avec votre compas ?	
	E : Les arcs de cercle.	
	Bruno : Les arcs de cercle.	
	E : C'est une extrémité du cercle.	
34'11	**Bruno :** Le point I c'est une extrémité du cercle, c'est un point du cercle, je préférais c'est un rayon, voilà, c'est le r qui est là, le petit r	Données égales : les côtés (longueurs) r, BI, BC.
34'28	c'est BI, c'est BC, c'est le r qui est là. Donc, à partir de quel moment est-ce que votre triangle existe véritablement, lorsque le rayon ou lorsque le côté est compris entre 2 et 8. Ce 2 d'où est-ce qu'il vient ? Vous l'aviez dit tout à l'heure Laura, 5 moins 3, la différence des	
34'58	deux côtés qui sont connus, et le 8 c'est la somme, 5 plus 3. Autrement dit, mon triangle existe, lorsque le troisième côté est compris entre la différence et la somme des deux côtés que je connais déjà. Si c'est plus petit, ça n'existe pas, fin mon triangle n'existe pas,	
35'25	si c'est trop grand, mon triangle n'existe pas. On le note ? Dans la troisième rangé ! *Beaucoup plus grand, ici, plus grand que 8. Dans la troisième rangée, regardez au tableau, c'est marqué ici, dans cette rangé-là, on écrit, r, vous l'aviez dit tout à l'heure, correspond au côté	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

	BC du triangle que l'on recherchait, et on vient de constater que le triangle existe quand ce côté BC, quand sa longueur est comprise	
36'28	entre la différence 2 et la somme 8 des côtés qui sont connus.	
	E : On écrit AB égale 5 cm *(inaudible)*?	
36'36	**Bruno :** C'est pas ce qui est écrit.	
	Es : en haut !	
36'40	**Bruno :** Non, ça non, *(effacement)* c'est ici qu'on écrit, dans cette partie-là, on a donc 5 moins 3, c'est le fameux 2, plus petit que le	
37'04	côté BC, plus petit que *(il écrit au tableau)*	
	si 2 < r < 8 deux triangles ABI ABJ r correspond au côté [BC] on a 5-3 < BC < 5+3	
	Tableau noir 6	
	Bruno : 5 plus 3, 2 et 8. C'est vu Jules ? 5 moins 3 Jules ?	
	Jules : 2	
	Bruno : Deux. 5 plus 3 ?	
	Jules : 8.	
37'16	**Bruno :** Huit. Le 5 c'est la longueur AB, et le 3 c'est quelle longueur ? Rayon du cercle de centre A, ça correspond donc à la longueur AC. Autrement dit si on va maintenant réinterpréter, on	
37'32	descend un peu là, *(il écrit au tableau en rouge)*	
	AB – AC < BC < AB + AC	L'écriture de l'inégalité triangulaire.
	Tableau noir 7	
37'35	**Bruno :** le 5 c'est AB, le 3 c'est AC, plus petit que BC, plus petit que AB plus AC. Le côté que je cherchais existe lorsque sa longueur est comprise entre la différence et la somme des deux autres. Alors attention, ici, le côté est compris comme segment, croché, alors que là, ce sont les longueurs, donc il n'y a plus de crochet. Le mot côté peut désigner une droite, un segment ou une longueur, c'est le	Explications sur les mots spécifiques : côté, encadrement.
38'30	contexte dans lequel on utilise. Bon, eh bien, c'est encadrement qui est là, vous allez l'encadrer en rouge ! Alors attention au mot encadrement, on dit encadrement, parce qu'il y a une valeur inférieure et une valeur supérieure, et on dit encadrement, parce	
38'56	qu'on l'a mis dans un cadre. Deux interprétations différentes. Eh bien, cela vous donne les conditions d'existence d'un triangle. Pour qu'un triangle, on puisse le tracer, il faut que la longueur d'un côté	Phrase finale relative au but de la séance.
39'17	soit comprise entre la différence et la somme des longueurs des deux autres côtés. Cahier d'exercice ! Vous collez ce document en pleine	
40'05	page, sans plier la feuille ! … *En pleine page vous collez le document, à la suite des exercices, vous le découpez légèrement sur la droite. *(Il demande aux élèves de coller la feuille sur leur cahier, il*	
40'18	*manipule rapidement le point M à nouveau pour illustrer les étapes.)* Bon, je remets à l'écran les différentes possibilités, pas de triangle, un triangle plat sans intérêt, le triangle existe, un triangle plat sans	Illustration rapide des cinq cas à l'écran.
40'32	intérêt, le triangle n'existe plus. Quand il existe, c'est que le côté que je montre ici avec la flèche, le côté BI qui me manquait, sa longueur est comprise entre la différence et la somme des deux autres. La	
40'55	différence, elle est ici, 2, la somme, elle est ici, 8.	
	Bruno : Cahier de cours !	Passage à un autre thème, fin.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Réflexions de l'enseignant après la séance

Notes de l'entretien
Bruno : C'est la première fois que je l'ai fait, j'ai bien appris qu'il faut impérativement donner la feuille aux élèves avec segment, cercle déjà tracé.
Bruno : Ils sont bruyants, ils ne sont pas contents, car leur voyage est annulé.
Bruno : Défaut du logiciel, le problème de surface, je ne sais pas pourquoi ça n'a pas colorié.
Observateur : Quelle est pour vous l'importance de cet aspect coloré ?
Bruno : Pour différencier les lignes de construction de l'objet construit.
Bruno : Par rapport aux programmes officiels c'est beaucoup plus ce que j'ai donné aux élèves. Dans les programmes on ne demande que ça : $b < a + c$. J'ai ajouté $a - c < b < a + c$, mais je les interrogerai sur cette partie-là *(sur ce que demandent les programmes)*. Il y a toujours un problème chez les élèves : le passage du cas particulier de longueurs à un cas de côtés : $r < 8$ ↓ $BC < AB + AC$ ↓ $b < a + c$

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

5.7. Entretien de bilan sur les séances d'observation avec Bruno

Entretien	Commentaire
Observateur : Vous avez utilisé l'outil informatique dans les séances précises…	
Bruno : Oui, bien sûr.	
Observateur : Euh, qu'est-ce que distingue cette utilisation de celle en salle habituelle ?	
Bruno : Ah, oui d'accord. Pourquoi j'ai choisi dans certains séquences et non pas d'autres ou même certains styles d'exercices et pas d'autres, tout simplement parce que là il me semble qu'il était intéressant de faire **bouger les figures**. Bon, si on regarde dans, euh, en 6e y a des cubes. Les cubes, les élèves doivent savoir les représenter en perspective cavalière. Ils doivent savoir donc passer du 3D au 2D. L'ordinateur permet en quelques secondes d'avoir une représentation correcte d'un cube, de faire tourner le cube en ayant donc **une image 2D d'un objet 3D**. Si on veut faire toutes ces constructions avec les élèves **on a pour des heures** et des heures. Donc là ils ont la **possibilité de voir un même objet sous différents angles et avec les codes mathématiques correspondants**. Il faut voir les lignes visibles en trait continu, les lignes non visible en trait discontinu, en pointillé, euh, si on a mis des noms différentes sommets, ils voient comment tourne la face ABCD, si le point A il est devant, s'il passe à gauche à droite, quelles sont des conséquences dans la vision de l'objet. Donc pour essayer de se repérer dans une surface en 2D par rapport à un objet qu'il y a trois dimensions. Pour des élèves c'est pas du tout évident, s'ils n'ont plus la profondeur. En mettent certaines faces en opaque, on voyait bien ce qui était devant et ce qui était caché, ce qui était visible, ce qui était non visible. Ça c'était pour les sixièmes.	Comparaison des séances avec/sans vidéo-projecteur. (En 6e)
Bruno : Maintenant si on passe avec des quatrièmes, euh c'est intéressant de faire **bouger** les triangles pour montrer que **les différentes propriétés des points concours** c'est pas liées à une figure, mais c'est **valable pour toutes les figures** qu'ils vont construire. Donc, c'est **la multiplication là encore des images** qui permet d'avoir une idée un peu plus gagnante de la notion.	(En 4e)
Observateur : Est-ce que dans ce choix d'utilisation vous prenez en compte aussi les incitations euh…	Incitation des programmes ?
Bruno : Absolument pas.	Non.
Observateur : … des programmes ?	
Bruno : Absolument pas, je fais en fonction de ce que j'ai envie *(rires)* de faire, oui, il est évident, ça correspond toujours à un programme officiel, euh je vais pas me mettre à faire des pyramides en 6e bien évidemment. Euh, mais la nature de l'activité en elle-même, bon il est certain que je vais rien inventer, il y a d'autres professeurs qui se sont penchés sur la question, et on consacrait beaucoup d'heures, là j'y suis allé un peu en inspiration, en fonction des réactions des élèves, euh, d'où l'un des exercices qui est à mon avis assez intéressant pour commencer c'est la représentation à main levée d'un cube qu'ils sont en train de voir à l'écran et même en faisant des représentations à main levée on voit tous les obstacles qu'il y a, en ce sens que à l'écran ils devaient voir trois parallélogrammes ou à la limite trois losanges pour les images les plus courantes,	Sources d'inspirations.

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

et eux ont représenté des trapèzes. C'est à dire la ligne horizontale leur servait de référence, ils ne voyait pas la profondeur. Donc le tracé à main levée est révélateur, dès qu'on passe avec des outils, il y a des mesures, on prend la ligne verticale qui va nous donner l'arrête verticale la plus proche de nous. Bon alors, si les élèves utilisent les instruments pour reproduire, euh, représentation d'un cube en perspective, ils vont s'attacher à la mesure des angles ou à la mesures des longueurs, mais pour eux ils ne construisent plus un cube, ils ne représentent plus un cube, ils appliquent des consignes des constructions avec des mesures. C'est plus tout à fait le même type d'activité pour les élèves. Quand ils le font à main levée, ils sont beaucoup plus amenés à réfléchir à ce qu'ils voient et à ce qu'ils font, ça va devenir un cube, ils n'ont pas une construction précise au millimétré, la difficulté n'est pas la même.	
Bruno : Maintenant pour revenir à l'utilisation des logiciels, la découverte par exemple du lien entre un point équidistant des cotés d'un angle et la bissectrice, si on demande à des élèves de faire 5-6 constructions, de placer un point, de mesurer les angles, de construire les *(mot inaudible)* orthogonaux, euh pour avoir après les distances du point au coté de l'angle **ça prend énormément de temps**. Là en affichant à l'écran les mesures, ils ont tout de suite capté le lien, on a placé trois points, on envoyant trois élèves pour placer le point –seule chose qui soit équidistant- ils ont tout de suite vu que les angles étaient les mêmes. **Donc on a un gain en construction et en temps.**	Gain du temps.
Observateur : En quoi ça vous gène de faire travailler les élèves individuellement sur ordinateur ?	
Bruno : Euh, on pourrait le faire, mais, **je ne suis pas suffisamment à l'aise dans la gestion du réseau informatique**, il y a quand-même de nombreux **appareils qui tombent en panne**, euh, je n'ai pas d'habitude encore de la salle et à ce moment-là il aurait fallu **que je prépare ce genre de séance par d'autres activités pour que les élèves apprennent à gérer les différents logiciels**. **Geoplan et Geospace, à mon avis ça fait beaucoup**. Peut-être pour un rendement qui ne sera pas aussi rapide, euh, **à ce moment-là il faudrait beaucoup plus de feuille, des feuilles guidées, des TD**, oui c'est faisable, je suis tout à fait d'accord. Euh, actuellement je suis un peu au stade dans l'utilisation de l'outil où c'est le professeur qui l'utilise. **Peut-être que dans deux trois ans où je serai un peu plus à l'aise en informatique, ce seront les élèves qui travaillent**.	Contraintes d'usage de la salle informatique
Observateur : Vous ne constatez aucune difficulté pour la manipulation du logiciel pendant le cours ?	
Bruno : Pour moi ?	
Observateur : Pour vous, oui.	
Bruno : Pour moi, non. Non, actuellement, parce que je les utilise aussi à la maison, je prépare quand-même des figures avant aussi. Donc en général ça va. Autant Geospace que Geoplan, les menus déroulant sont assez bien faits, dans l'ensemble ça va.	Expérience personnelle avec Geospace Geoplan
Observateur : D'accord. Par exemple ce que j'ai constaté aujourd'hui, euh, dans un fichier il y avait un angle XAY et par exemple sur le dessin il y avait point X point Y sur les lignes.	
Bruno : Oui.	

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Observateur : Et sur les dessins que vous avez fait tracer…	
Bruno : Voilà, oui, alors là on a un petit problème d'écriture, Geoplan ne peut avoir que des points nommés, donc pour nommer une demi-droite on est obligé de placer le point d'origine et un point de cette demi-droite. Alors c'est pour ça que sur le dessin après on est revenu à une notation plus courante en classe avec un dessin à la craie ou au crayon, on place l'extrémité x, mais avec un petit x et non pas un X majuscule. Disons c'est plus de problèmes de notation, euh, j'aimerais bien par exemple lorsque l'on nomme un cercle qu'il y ait le nom du cercle. Un cercle c par exemple, le nom n'apparaît pas ou alors on est obligé de créer un point sur ce cercle et c'est ce point-là qui va prendre le nom que l'on va attribuer au cercle. Bon, c'est des petites manipulations comme ça, je crois qu'on peut le faire sur Cabri, le pouvoir nommer, mais là on peut pas. De même que les longueurs n'apparaissent pas, il y a certains logiciels où on peut faire apparaître les longueurs directement sur la figure, alors que là elles sont affichées en haut dans un bandeau. De la même manière, il n'y a pas de symbole pour les angles droits. Donc, les perpendiculaires, c'est pour ça que j'ai demandé aux élèves d'observer, de déduire à partir de leur observation, une hypothèse sur la droite, il me semble que c'était IR, un moment pour qu'ils découvrent que c'était bien une perpendiculaire.	Absence des noms/symboles des objets sur Geoplan/Geospace
Observateur : Ce que j'ai remarqué aussi, j'ai trouvé ça très pratique, par exemple vous projetez l'écran sur le tableau et sur le tableau vous pouvez ajouter euh directement sur le dessin et ça c'est très pratique pour vous. Parce qu'avec un logiciel, j'sais pas, il faut aller dans les menus ou par exemple pour le marquage de l'angle…	Usage du tableau en parallèle au logiciel
Bruno : Euh, non, c'est tout simplement que parce que cette manipulation-là on ne peut pas le faire, on peut pas garder la trace d'un point ou alors il faudrait que j'étudie un peu plus le logiciel, mais pour faire apparaître justement la bissectrice à partir des points équidistants des cotés, j'avait le choix soit d'envoyer un élève et de déplacer le point en mettant le mode trace, mais à ce moment-là on risquait d'avoir une ligne vraiment n'importe comment, parce que les élèves ne manipulaient pas trop bien la souris, donc on aurait eu quelque chose qui n'aurait pas ressemblé à une droite. Là je suis allé un peu plus rapidement avec trois points, mais les élèves en quatrième, ils ont assez vite reconnu que ces points étaient alignés avec la bissectrice. Euh, par ailleurs il y a toujours un ou deux élèves qui ont regardé le chapitre avant ou quelques redoublants et donc le mot est lâché, on n'a pas des élèves qui arrivent neufs. Donc on est obligé d'en tenir compte. Euh, maintenant, bon, effectivement alors est-ce qu'il aurait fallu laisser nommer ces points à chaque fois, je crois que ça n'est, qu'on peut pas laisser un point tel quel. Si on déplace le point M, je serais obligé de recréer un autre, j'aurais déplacer donc à chaque fois *(mots inaudibles)*. Alors que là il suffisait de mettre un point au tableau, et puis après l'élève le déplace ailleurs et on retrouve le point équidistant, on place, on marque le point au tableau et *(mots inaudibles).* Je trouve c'est, on peut à ce moment-là jouer les deux, l'écran ne sert de fond pour une figure, ça peut être intéressant. On pourrait très bien, euh ça je pense que je vais l'utiliser en 6^{e} et en 5^{e}, quand on a des constructions à faire, d'avoir projeté par exemple une partie de la construction et après montrer comment on va faire une mesure au rapporteur, montrer comment on va utiliser le compas pour tracer une parallèle et une perpendiculaire. Ça peut être ce genre de choses, parce que les élèves ont besoin que leur montre comment utiliser les instruments pour construire, ce que ne fait pas l'ordinateur. Il donne tout de suite la réponse, il donne tout de suite le cercle, tout de suite la parallèle ou la perpendiculaire, sans	

que nous voir apparaître l'équerre, la règle ou comment manipuler *(mot inaudible)* sur leur copie, ils auront besoin d'une règle, d'une équerre, d'un compas. L'ordinateur est un outil pour un certain type d'activité, mais pas pour tous, à savoir s'il *(mot inaudible)* déjà. **Observateur :** D'accord, vous voulez ajouter d'autres choses ? **Bruno :** Euh, ce que j'ajouterai c'est que là je suis pas très très content de ce genre d'activité actuelle. Observateur : Pourquoi ? **Bruno :** Ça me paraît pas très performant, je pense qu'il faut l'améliorer. Le faite de tout découvrir en deux heures, euh, fait que les élèves n'ont pas le temps de mûrir les idées, plusieurs ont remarqué là, fin, se posaient la question « mais qu'est-ce que c'est monsieur le centre de gravité ? », on l'avait vu hier, en traçant une médiane on avait terminé avec cette activité-là, ça ils l'avaient déjà oublié. **Observateur :** Pour vous c'est un gain de temps d'utiliser le logiciel, euh, oui je crois que c'était un peu vite là pour les élèves peut-être… **Bruno :** Disons que normalement, il faudrait faire, une activité découverte où là on utilise l'ordinateur, c'est ce que je fais en exercice chaque fois. Après il aurait fallu développer le cours et tout de suite démontrer ce que l'on venait de constater. Donc dans un premier temps les médiatrices ou c'est un simple rappel, soit c'est pour rédiger un exercice, mais après pour les médianes, on fait bouger la figure sur l'ordinateur, on voit qu'il y a un point de concours, on fait quelques mesures pour montrer que c'est au deux tiers, un tiers, on constate et après démonstration. Alors là *(phrase inaudible)*. **Observateur :** Mais les élèves de 4e ont déjà acquis certaines connaissances… **Bruno :** Là actuellement ils n'ont aucune connaissance, uniquement le cercle circonscrit, ils connaissaient l'hauteur, ils connaissent séparément chacune des droites. Mais ils n'ont jamais vu le point de concours, si ça l'est pour le cercle circonscrit. **Les élèves n'ont pas de temps de mûrir et de faire ce lien qui est quand-même assez important, euh, constat-démonstration**. Le rôle de **l'informatique nous permet d'avoir d'effectuer des mesures**, si les élèves devaient effectuer les mesures sur leur feuille, ça prendrait beaucoup plus de temps. **La variété des situations** non plus on l'aurait pas et après démonstration. Alors que là j'ai, pour faciliter votre travail, tout condensé en deux heures. Ça, ce genre de chose je ne le ferai pas l'année prochaine, voilà. De toutes façons pour les élèves, je pense avoir tout fait en deux heures, ça leur a déjà fixé un peu les idées et on va re-démontrer la suite après, ça c'est pas, c'est pas un problème. A la rentrée on va faire toutes les démonstrations, pour les trois points, pour des bissectrices, concours des médianes et concours des hauteurs, puisque ça, ça n'a pas été démontré, le cercle circonscrit c'était fait en 5e. Voilà. **Observateur :** Merci beaucoup.	Mécontentement de la pratique

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

Annexe 6. Les déclarations des enseignants : potentialités de la GD et thèmes

6.1. Tableau récapitulatif pour Anne

Discours lors du premier entretien	Potentialités de la GD/TICE	Thèmes correspondants
L'intérêt c'est que c'est plus parlant pour des élèves, surtout pour les élèves en difficulté. C'est-à-dire qu'ils ne vont pas rester statiques devant leurs feuilles, ils vont être intéressés, ils vont se mettre devant les machines, et du coup comme ils vont s'intéresser, ils vont pouvoir répondre à quelques questions.	Engagement dans la tâche	Motivation améliorée Engagement intensifié
quand on fait un exercice, quelques fois il faudrait que l'élève fasse dix figures, alors que là, on bougeant seulement un point de la figure, l'élève peut voir que ça marche tout le temps. […] Pour qu'il puisse arriver à une propriété, en voyant que ça marche tout le temps sans, sinon sur leur feuille il ne reste que trois figures par exemple, alors là ils font plusieurs en infinité, ils voient que ça marche, ça marche bien. […] Alors qu'avec l'informatique on peut en faire plusieurs et très vite.	Fonction du déplacement : Repérage des propriétés invariantes d'une figure Multitude de configurations Rapidité de tracé	Routine facilitée Caractéristiques accentuées Contraintes allégées
il faut aussi que les élèves évoluent avec la société. C'est un phénomène de société, il ne faut pas rester entre guillemet archaïque, il faut qu'on leur montre que l'enseignement va aussi dans le sens de la modernité…	Evolution de l'enseignement	Nouveau thème lié à la pédagogie de l'enseignante
Discours avant la séance en 5e		
ça devrait aller plus vite, parce que les médiatrices, on les trace tout de suite, et puis au moins les élèves qui ont fini leurs figures, ben les figures sont forcement bonnes sur ordinateur. La médiatrice, elle existe déjà sur le logiciel, alors que s'ils doivent faire la médiatrice sur papier quelques fois ils peuvent se tromper etc.	Exactitude (graphisme) et rapidité de tracés	Routine facilitée Contraintes allégées
il faut évoluer avec son temps et maintenant on a des très bons logiciels, il faut aussi leur faire, leur permettre d'utiliser les logiciels. C'est un peu pour eux, comme ils les connaissent en générale plus tard quoi, comment utiliser un ordinateur, comment utiliser un logiciel etc.	Evolution de l'enseignement Formation générale des élèves	Nouveau thème lié à la pédagogie de l'enseignante

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

6.2. Tableau récapitulatif pour Brune

Discours lors du premier entretien	Potentialités de la GD/TICE (usage d'un vidéo-projecteur)	Thèmes correspondants
c'est déjà une approche différente pour la bonne et simple raison que quand tu utilise le rétro-projecteur, tu es toujours face aux élèves et tu as le dessin dans le dos, alors que quand tu es au tableau, tu es dos aux élèves et c'est toi qui dessines. Tu vois, donc il y a une gestion de la classe que j'avais déjà perçu comme étant différente par le biais de rétro-projecteur.	Meilleure gestion de la classe	Nouveau thème lié à l'activité de l'enseignant
pour quoi j'utilise l'informatique déjà, et le vidéo-projecteur, pour avoir une figure grande, propre et belle, déjà.	Graphisme, exactitude de tracés	Routine facilitée
L'intérêt énorme du logiciel, c'est qu'il te permet de déformer la figure à volonté, et donc de rencontrer à un moment la figure de chacun des élèves, pratiquement. […] la prouesse technologique liée à l'ordinateur rassure certains élèves […]	Déplacement, multitude de configurations	Caractéristiques accentuées Motivation améliorée
plutôt que de leur demander dix fois de faire la figure sur le brouillon avec perpendiculaire, perpendiculaire toujours à la droite d, pour que en penchant à droite, en penchant à gauche etc. ça ne change rien, donc j'ai déformé, déplacé mes droites sur l'écran, et bon « ah ben madame oui, c'est toujours parallèle » quoi, c'est toujours parallèle.	Déplacement, visualisation des propriétés géométriques	Routine facilitée Caractéristiques accentuées
Je préfère l'utiliser quand moi je juge que ça apporte un plus à l'activité de mes élèves ou un confort supplémentaire à ma propre activité, parce que j'ai mal au dos et mal au bras quand je fait des figures au tableau.	Apport à l'enseignement habituel	(pas précis)
	Confort personnel	Nouveau thème lié à l'activité de l'enseignant

6.3. Tableau récapitulatif pour Bruno

Discours lors du premier entretien	Potentialités de la GD/TICE (usage d'un vidéo-projecteur)	Thèmes correspondants
Ça permet d'avoir une activité dynamique. Celle que j'utilise dans la démonstration de Pythagore, il y a un ensemble de figures pour montrer que les aires de triangles sont conservées, et je déplace un point*…(inaudible)*, c'est l'aspect visuel actif de la chose.	Déplacement, visualisation des propriétés géométriques	Caractéristiques accentuées
Le deuxième aspect, c'est tout ce qui est mesure. Par exemple pour Thalès, la figure est donnée, on voit tout de suite des longueurs qui sont affichées, les élèves après calculent les rapports…	Rapidité de tracés, Gain du temps	Routine facilitée Contraintes allégées
L'autre aspect, c'est la variété des figures, par exemple pour le cercle circonscrit ou les droites remarquables dans un triangle.	Richesse de tracés	Routine facilitée

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

tel-00152076, version 1 - 6 Jun 2007

RESUME

Notre travail de thèse vise à étudier des utilisations réelles des TICE dans les classes par des enseignants, grâce à une méthodologie basée sur l'observation de séances ordinaires.

Nous partons du constat d'écart entre, d'une part, les potentialités des TICE soulignées par la recherche et la volonté institutionnelle d'insérer les TICE, et d'autre part, la réalité de la faible intégration de la technologie dans les classes. Nous considérons cet écart comme l'effet des contraintes d'utilisation des TICE mentionnée dans de nombreux travaux en didactique des mathématiques. L'hypothèse est que l'enseignant, qui prend la décision d'utiliser les TICE, est motivé par des potentialités de la technologie présentes dans ses représentations et qu'il effectue des choix ayant une certaine conscience des contraintes de leur utilisation. Nous cherchons à étudier des rapports entre ces potentialités et celles qui sont exprimées dans la recherche et les instructions officielles, et leur actualisation dans la pratique en classe. Nous nous intéressons plus spécifiquement aux usages de la géométrie dynamique dans des classes du collège (élèves de 12-15 ans), car les potentialités de la géométrie dynamique font l'objet de nombreux travaux et écrits, et les instructions officielles en France insistent sur leurs apports possibles à l'enseignement à ce niveau.

Dans la thèse, nous présentons l'analyse des séances illustrant deux types d'usages rencontrés chez trois enseignants. Dans le but de caractériser plus finement le fonctionnement de ces enseignants dans sa complexité, nous interprétons l'analyse des séances à l'aide d'un modèle théorique

MOTS CLES

Didactique des mathématiques, pratiques enseignantes, géométrie dynamique, potentialités et usages de la géométrie dynamique, collège, analyse des programmes et des manuels, observation de séances ordinaires, instrumentation.

Editeur : IREM Université PARIS 7 Denis Diderot
Directeur responsable de la publication : R. CORI
2 Place Jussieu. Case 7018
75251 PARIS Cedex 05
iremp7@ufrp7.math.jussieu.fr
www.irem-paris7.fr.st
Dépôt légal : 2006
ISBN : 2-86612-283-6